

8281

国产低压凝汽式汽轮机半液压式 调速系统的检修和调整

田 鹤 年 編

中国工业出版社

4015-16

TK26

国产低压凝汽式汽轮机半液压式 调速系统的检修和调整

田 鹤 年 編

中国工业出版社

本书叙述了国产低压凝汽式半液压式调速系统的检修和调整，主要章节有：检修中的检查测量及部件的組装間隙标准；调速系統摆动的原因分析及消除方法；调速系統的試驗；危急保安器裝置的检修、試驗与調整等。书中还根据作者的体验，介绍了一些簡易的試驗、調整方法及新的調整工艺。

本书可供农村、城鎮及工矿企业的自办电厂中的工程技术人员、工人閱讀。

国产低压凝汽式汽輪机半液压式 调速系統的检修和调整

田 鶴 年 編

水利电力部办公厅图书編輯部編輯（北京阜外月坛南街8号）

中国工业出版社出版（北京往西内城根西10号）

北京市书刊出版业营业许可出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行、各地新华书店經售

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $2^{3/16}$ ·字数45,000

1966年4月北京第一版·1966年4月北京第一次印刷

印数0001—5,545·定价（科二）0.19元

統一书号：15165·4501（水电-611）

前 言

党中央八届十中全会提出了以农业为基础、以工业为主导的发展国民经济的总方针后，短短三年来，农村电气化有了飞跃的发展。国产低压快装式汽轮机，由于具有结构新颖、调整方便等优点，在国内广大农村、城镇各电厂得到了广泛的应用。大力的支援了农业生产。

汽轮机的调速系统控制着整个机组的运行，关系着机组的出力和安全经济运行，所以说它是汽轮机最重要的部件之一。国产低压凝汽式汽轮机广泛的采用了半液压式调速系统，采用这种系统的机组以21-0.75型及21-1.5型等汽轮机为主。此外，国内也少量生产了一些采用半液压式调速系统的小型中压快装式汽轮机。这种型式的调速系统结构简单轻巧、动作灵敏。在设计上具有较优良的静态性能，但是由于在连接关系特性中的非线性因素较多，调整使用上，具有一定的要求。

为了保证安全经济运行，我们应该在每次大小修中对调速系统进行一些必要的检修、试验及调整工作。调速系统是一种较为复杂的部件，工作原理也较深，一些异常情况的形成又比较复杂，因此正确分析与处理一些缺陷，掌握调整方法，就需要有一定的理论知识及实际经验。本书以国产21-1.5型低压凝汽式汽轮机为主，阐述了半液压式调速系统的一般性能及检修、调整方法。着重介绍了容易产生的缺陷及处理方法，并根据我们调整、试验中的经验，介绍了一些简单的试验、调整方法及新的调整工艺，并举出了实例说明，以便于一般农村、城镇的小型电厂，具有初中以上文化水平的技工及中级技术人员阅读参考。由于编者水平有限，缺点在所难免，希望读者批评指正。

编者于1965年8月

目 录

前 言

第一章 型式、调节原理及技术性能简述	1
第二章 检修中的检查测量及部件的组装间隙标准	3
§ 2-1 测量工具	3
§ 2-2 调速系统的检查与测量	4
§ 2-3 主要部件的组装间隙标准	13
第三章 调速系统摆动的原因分析及消除方法	14
§ 3-1 概述	14
§ 3-2 调速系统摆动的原因分析	15
§ 3-3 消除摆动的试验、调整工作	25
第四章 调速系统检修与调整的经验和实例	31
§ 4-1 消除摆动的经验和实例	31
§ 4-2 速度变动率的试验、调整经验和实例	37
§ 4-3 消除调速系统漏油的措施	43
第五章 调速系统的试验	45
§ 5-1 试验的目的	45
§ 5-2 试验前的准备	46
§ 5-3 试验的方法	48
第六章 危急保安装置的检修、试验与调整	55
§ 6-1 构造及作用原理简述	55
§ 6-2 危急保安器的试验	56
§ 6-3 危急保安器的调整	58
§ 6-4 检修与调整中的一般问题	59
§ 6-5 消除危急保安器故障的几个实例	63
第七章 调速系统启动时的检查与调整工作	64

第一章 型式、調節原理及 技術性能簡述

1. 型式:

半液壓式（重錘與液壓聯合裝置）。

分配汽量方式——噴嘴調節。

反應轉速原動部件——離心式飛錘。

感應放大機構——泄油蝶閥及斷流式錯油門等。

變速機構——類似輔助彈簧式同步器（改變副油壓）。

2. 調節原理簡述:

本調節系統為一次節流放大（蝶閥）與一次斷流放大（斷流式錯油門）的離心式液壓調節系統。調節原理如圖1所示。離心飛錘由主軸通過傳動齒輪帶動。負荷改變所引起的轉速變化 Δn 改變了飛錘張開的程度，使扁彈簧2的中間支點上升或下降了 Δh 值，跟着蝶閥4與閘座13之間的泄油間隙也改變了 Δd 值，副油壓隨之變化了 ΔP_2 ，使作用在錯油門上的力發生變化，控制錯油門油塞上升或下降，高壓油經錯油門進入伺服馬達，推動活塞9使其開啟或關閉調速汽門，同時通過反饋杠杆改變了隨從彈簧的緊力，使錯油門恢復到平衡位置。

高壓調節油經錯油門3中間的小孔節流降壓成變壓油（副油壓）進入錯油門內，其壓力隨蝶閥間隙 d 的改變而變化。

同步器由手輪及調速馬達控制，使偏心輪11轉動，其最大偏心值為0.7毫米（設計值），轉動偏心輪即將偏心值傳遞

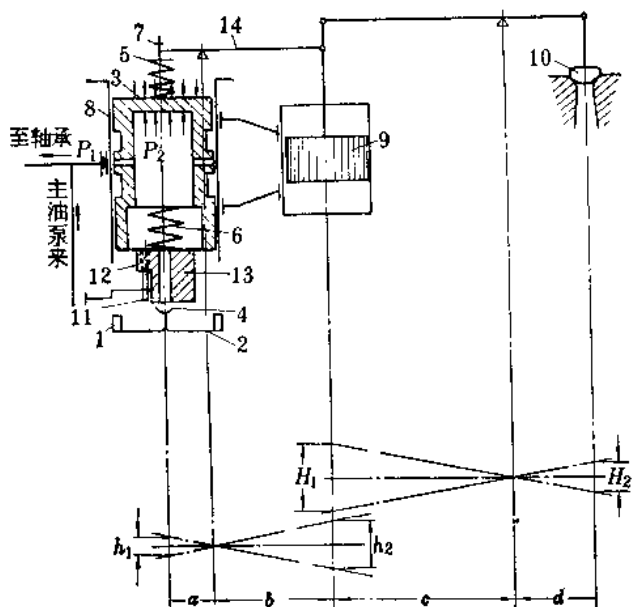


图 1 调节原理图

1—飞锤；2—扁弹簧；3—错油门；4—蝶阀；5—反馈弹簧；6—调速器弹簧；7—反馈弹簧调整螺栓；8—错油门套筒；9—伺服马达活塞；10—调速汽阀；11—偏心轴；12—调整螺栓；13—蝶阀座；14—反馈杠杆

给蝶阀座13，改变了泄油间隙，从而改变了转速或负荷。

3. 调速系统技术性能简述：

1) 汽轮机在稳定负荷及连续运转情况下，转速的短时变化小于0.5%。调速系统的迟缓率为0.2%●。

2) 转速变换器（同步器）在空负荷时，可以改变转速

● 调速系统迟缓率的数值系按制造厂试验时的鉴定数据。

由正常轉速的 $\pm 7\%$ 到 -5% 。

3) 当汽輪机突然由全負荷降至空負荷时, 短時間內的轉速最大升高值不应使危急保安器动作, 最大升速不超过額定轉速的 8% 。

4) 速度变动率为 4.52% 。

第二章 檢修中的檢查測量及 部件的組裝間隙标准

§2-1 測量工具

在进行調速系統的检修及检查时, 可采用下列測量工具:

1. 千分尺: 測量范围采用 $0\sim 25$ 毫米及 $25\sim 50$ 毫米两种, 測微讀数为 0.01 毫米。

2. 游标千分卡尺: 測量范围采用 $0\sim 250$ 毫米, 測微讀数为 0.02 毫米。

3. 片状塞尺: 測量范围采用 $0.05\sim 0.4$ 毫米, 2級精度等級。

4. 游标深度尺: 測量范围采用 $0\sim 150$ 毫米, 測微讀数 0.02 毫米。

5. 角直尺: 长边尺寸采用 200 毫米。

6. 垫尺: 长边尺寸采用 200 毫米。

7. 振动表: 測量范围采用 $0\sim 3$ 毫米, 測微讀数 0.002 毫米。

8. 千分表及表架: 千分表測量范围采用 $0\sim 5$ 毫米, 測

微讀數0.01毫米。

§ 2-2 調速系統的检查与測量

对各部分的检查及有关間隙、尺寸的測量是調速系統检修工作中的主要工作。检查与測量項目共分三部分：(1)調速器本体及变速机构；(2)传动机构；(3)調速汽門及連杆。

1. 調速器本体及变速机构：

1) 检查同步器凸輪的偏心率 将蝶閥座放入調速器，使調节螺絲平面与同步器凸輪相接触，再用直径45毫米，长度180毫米的鋼圓棒（圓棒的上下平面应平行，表面光洁度为 $\nabla\nabla 6$ ）放在蝶閥座上，将振动表按图2所示放在調速器的外壳上，使指針与圓棒平面相接触。在指針有指示时，将同步器轉到最低限度位置，然后向高限位置轉动，在 $0\sim 180^\circ$

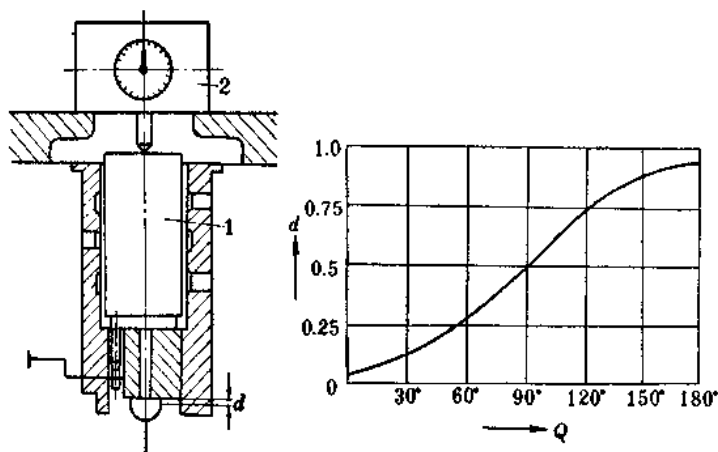


图2 泄油間隙与凸輪偏心度的检查

1—圓鋼；2—振动表(或千分表)

范围内，每转动 10° 记录指针指示的数值，画出同步器转角与蝶阀座行程变化的关系曲线。蝶阀座行程的最大变化量即是凸轮的偏心值，其设计值为 0.7 毫米。

同步器由低限至高限的转动范围应以转满 180° 为合格，但有时由于组装不当，致使转动角度减少，原因可能由于法兰垫片（图 3）太薄。当手轮转足后，蜗轮轴向移动，使得凸轮顶住了蝶阀座，此现象可用加厚垫片的方法来解决。

2）测量蝶阀泄油间隙 将同步器旋至中限位置，记录振动表的指示值，然后轻轻取出同步器凸轮，待阀座与蝶阀相接触后，再记录指针的指示，两数之差即为泄油间隙。

3）测量错油门（图 4）的重迭度应正确，窗口边缘的刃角应完整，无毛刺。错油门窗口的重迭度以保持在 0.04（ ± 0.02 ）毫米为最佳。

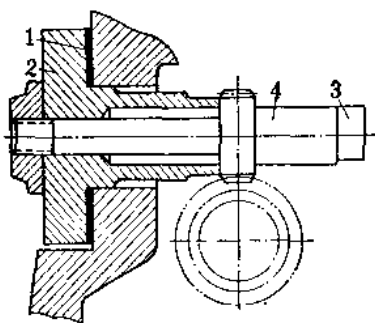
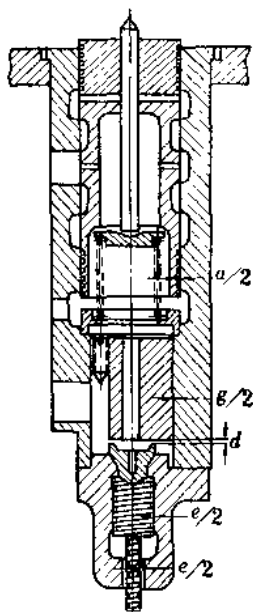


图 3

1—垫片；2—蜗母轮套筒法兰；3—凸轮；4—凸輪輪

由于该型调速器体积小，所以测量错油门套筒窗口尺寸较为困难，我们可应用印模膏打模法来测量，其结果较为准确。印模膏又名牙封膏，其特点在热状态下柔软如泥，冷却后又坚硬如石，因其热膨胀系数较小，故可应用。使用时将



測量項目	標 准	實 測
a	0.06~0.17	
e	0.03~0.05	
g	0.07~0.14	
d	—	

图 4 节流调速器检修记录卡

印模膏放于热水内浸泡片刻，待其柔软后撤进错油门套筒窗口内，冷却后取出，直接测量其宽度 A ，再量出错油门窗口凸缘宽度 B ，则 $B - A$ 之值即为重迭度。

4) 检查节流孔应畅通无阻塞，进行调速器弹簧及随从弹簧的压缩试验，测求其刚度，記入检修记录，并与设计值相比较。检查弹簧的垂直度，检查方法可用直角尺在平板上

进行测量。弹簧的两端面应互相平行，并垂直于中心线，否则弹簧的受力将偏于一边。同时检查弹簧有无裂纹、有无腐蚀情况。

5) 调速器找中心：调速器外壳与蝶阀球盒为两个互相分离的部件，如果两部件的中心不正，就有可能产生摆动。因此找中心是大修中的一项主要检查校正项目。

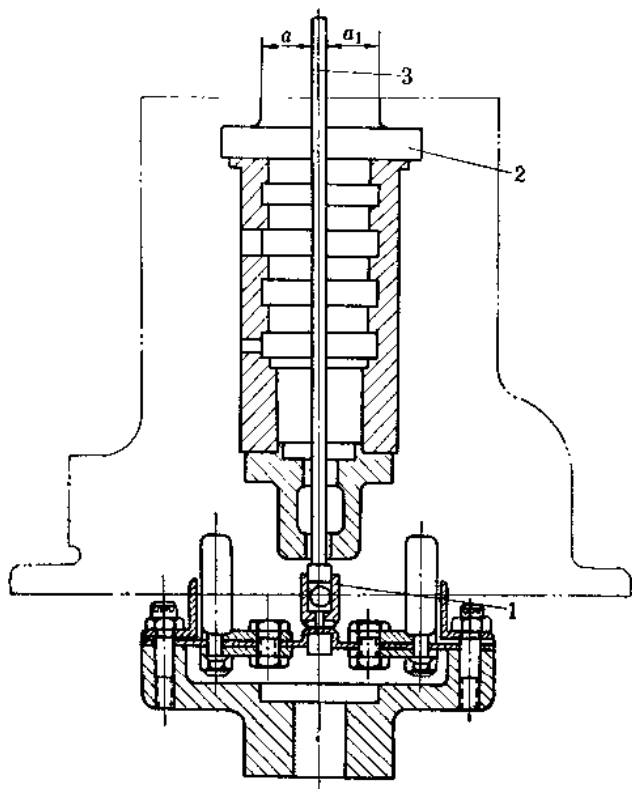
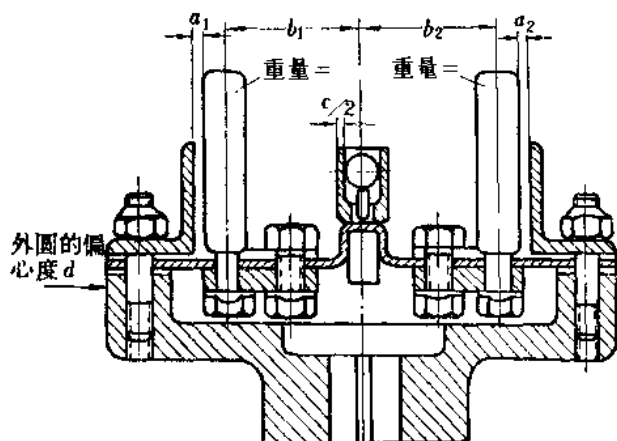


图 5 调速器找中心法

1—蝶阀球盒；2—调速器壳体；3—找中心棒



測量項目	製造廠數據	實例
a_1	3.5	
a_2	3.5	
b_1	54(± 0.05)	
b_2	54(± 0.05)	
c	≥ 0.05	
d	≥ 0.05	

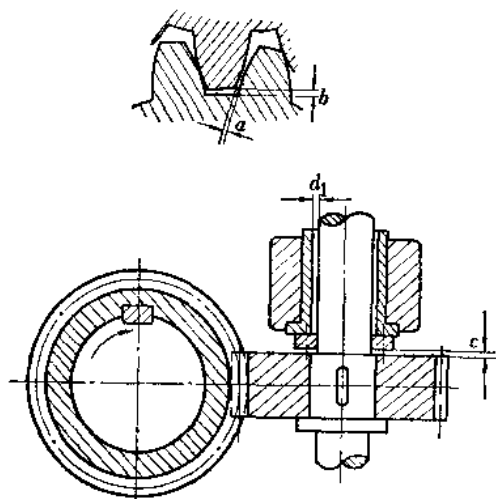
图 6 轉动部分检修记录卡

找中心的方法較簡便，在調速器解体后，將一根找中心棒（图 5）插入蝶閥珠盒，使其与蝶閥珠盒成緊动配合，上部与蝶閥壳的孔間留 0.2 毫米的間隙，当蝶閥珠盒轉动后带动找中心棒同时轉动，用卡鉗找出蝶閥杆（即鋼珠）对調速器外壳的偏心率。检查調速器鋼珠有无磨損，及与中心线的偏心率是否 ≥ 0.05 毫米。

6) 检查飞錘：扁彈簧等螺絲（图 6）应无松动，两只飞錘应无偏心，測量各有关部分尺寸記入图 6 的表中。

2. 传动机构:

1) 測量調速器传动齒輪齒側和齒頂間隙及等距差: 齒側間隙可用塞尺測量, 但為達到精確起見可利用千分表來測量。把千分表固定於齒輪箱外殼上, 其頂杆對某一牙齒的一側面成垂直狀態, 然後將被動齒輪向兩側轉動, 千分表指針的最大偏移值即是齒輪的側面間隙。



項 目	標 准	實 測
a	0.09~0.17	
b	0.10	
c	0.07~0.10	
d ₁	0.08~0.10	

图 7 传动裝置的測量及檢查

齒輪齒頂間隙測量時，可將*18軟鉛絲放入齒頂，盤動轉子，軟鉛絲壓扁后的厚度即是齒頂間隙。

2) 測量齒輪的最大竄動量 c (見圖 7)；吊出調速器本體后，用千分表指針接觸于調速器托盤上平面處，然後提起并放下托盤，此時千分表指針的最大偏移值即為最大竄動量。

3) 測量主軸與軸套間的直徑間隙 d_1 ：解體后用游標千分卡尺量得內徑與外徑后，求出兩者之差，即為直徑間隙。

將上述間隙數值記入圖 7 的表中。

4) 測量傳動齒輪節距差：用塞尺測量齒輪嚙合時的側向間隙，在相隔 45° 時測 8 點，記入表 1 中，選擇相隔 180° 兩點的最大間隙差，然後按下式求出調速器傳動齒輪節距差。

表 1

測量次數	1	2	3	4	5	6	7	8
側向間隙(毫米)								

$$\text{節距差} = \frac{\text{最大間隙差} \Delta b}{\text{側向間節距 } t},$$

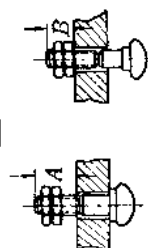
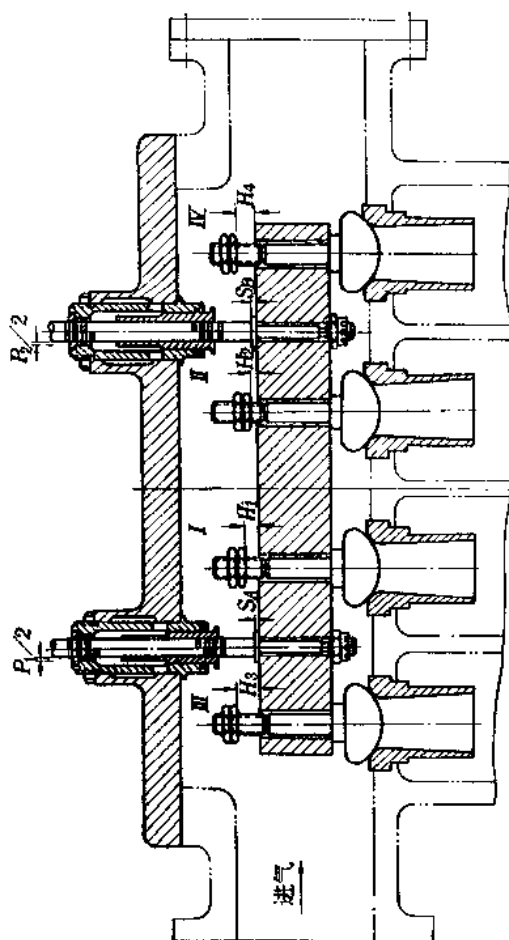
$$t = \frac{\pi \cdot D}{Z},$$

式中 D ——節圓直徑，

Z ——齒數。

3. 調節汽閥及連杆：

1) 檢查各汽閥的開啟閥量：各閥閥量如測量的方法不



部 位 間 隙	A	B
制造厂数据	0.25~0.4	0.075~0.125
实 测		

閥 号 閥 量	I	II	III	IV
制造厂数据	3	9.4	14.9	20.4
检修前实测				
须校正数据				

图 8 调速汽阀检修记录卡

恰当，則会影响到測量結果的准确性。正确的方法是在解体后，提起閘蝶杆，在横梁上測出 A （图 8），然后落下閘蝶杆測出 B ，則閘量 $H = A - B$ 。若在閘蝶杆固定螺帽下端与横梁的平面間用塞尺或內卡等量具測量，則很难測准。測量結果記入图 8 的表中，同时根据試驗的結果，对重迭度不合格的閘量进行調整。

2) 检查并記錄横梁与閘杆垫圈間的膨胀間隙 S_A 及 S_B 。

3) 記錄汽閘拉杆与汽封套間的直径間隙 P 。

4) 在車床上用千分表检查拉杆的弯曲量，最大不超过 0.04 毫米。当发现弯曲太大时，須在經過加热退火后，进行校正处理。

5) 检查拉杆表面应光滑、沒有水垢及凹坑痕迹。每次检修时应用黑粉擦拉杆的滑动表面，使拉杆达到接近鏡面的光洁度，拉杆与汽封套絕對不应有卡涩現象。

6) 检查在冷状态下两調整定位圈的位置应按规定各向外部錯开一定尺寸，以补偿閘盖的热膨胀。

7) 检查每只万向接头的套筒及銷子应无松动現象，否則应重新更换新銷子。万向接头的銷子在使用了一定长的時間后应重新更换新的，以避免过分的应力疲劳而发生折断事故。

8) 检修后装复調速汽閘与伺服馬达的連杆时，連杆长度应按规定尺寸安装（見图 30），汽閘两拉杆的长度应相等，以免造成拉杆卡涩。