

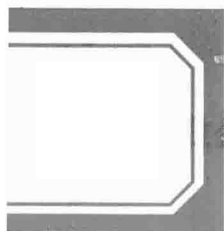
中国电力建设企业协会 主编

电力建设工法选编

(2013年度)



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



企业协会 主编

电力建设工法选编

(2013年度)



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以《电力建设工法管理办法（2013版）》为依据，从2013年度批准发布的91项电力建设工法中，选出具有代表性的36项工法编辑出版。

本书涵盖火电、水电、输变电、风电、核电等专业，每项工法包括前言、工法特点、适用范围、工艺原理、施工工艺流程及操作要点、材料与设备、质量控制、安全措施、环保措施、效益分析、应用实例等11项内容。

本书对电力建设施工企业科学组织施工有很强的指导意义，本书的出版对先进电力建设工法具有推广作用。本书可供电力建设专业技术人员学习和参考。

图书在版编目（CIP）数据

电力建设工法选编. 2013年度 / 中国电力建设企业协会主编. —北京：中国电力出版社，2013.10

ISBN 978-7-5123-4860-8

I. ①电… II. ①中… III. ①电力工程—工程施工—建筑规范—汇编—中国—2013 IV. ①TM7-65

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第203433号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013年10月第一版 2013年10月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 30.5印张 731千字

印数0001—1000册 定价120.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 委 会

主 任 委 员 孙玉才

副主任委员 尤 京 陈景山 范幼林

委 员 金 麟 赵祝人 刘文鑫 梅锦煜

楚跃先 张孝谦 沈铭曾 冯佳昱

张所庆 梁丙海 赵 军 乐嘉然

崔学明 李培源 王新康 王进弘

郑桂斌 方元山 宋永杰 张军劳

王淑燕 李 婧 蔺雪竹 田种青

目 录

CPR1000 核电半速汽轮机安装工法	1
利用折臂塔机安拆冷却塔曲线电梯施工工法	26
烟囱钢平台及钢爬梯吊装工法	37
排烟冷却塔高位开孔施工工法	45
灰土拌和机智能加湿系统灰土施工工法	60
取水口三维沉管安装施工工法	67
异形（多面体切割）烟囱混凝土外筒结构施工工法	79
1000MW 汽轮发电机组高压加热器汽侧系统冲洗工法	97
大吨位异形防甩击大梁制作、吊装施工工法	105
采用液压提升装置提升炉内施工平台安装螺旋水冷壁施工工法	123
HP 型碗式中速磨煤机施工工法	138
大鳞片式链条炉排安装施工工法	152
汽轮机缸体模块化保温施工工法	163
核电百万机组主蒸汽系统平衡负荷安装施工工法	170
P92 大径厚壁管采用内封堵电阻加热热处理施工工法	182
2.5MW 以内内陆地区风力发电机组安装工法	189
超超临界 1000MW 燃煤机组锅炉稳压吹管工法	207
AP1000 共箱母线铜母线焊接施工工法	221
电站锅炉启动清洗工艺的应用施工工法	239
核电站 GB 电气廊道 6.6kV 全绝缘浇注母线安装施工工法	247
穿越江河长距离特大截面电缆施工工法	260
落地双平臂抱杆组立特高压钢管塔施工工法	286
1000kV 格构式构架安装施工工法	300

岩石（溶）地质条件下大型电站接地网施工工法 328

输电线路、变压器一次升流校核电流互感器极性工法 338

悬索式吊篮封网不停电跨越施工工法 347

大型变压器局部放电和长时感应耐压试验施工工法 360

大型地下厂房洞室群安全快速开挖施工工法 389

防渗墙“循环钻进”成槽施工工法 407

跟管钻进及土工布包裹预应力锚索施工工法 416

套筒式模板拉杆施工工法 425

大型地下洞室群负压通风工法 431

高地应力大跨度地下厂房高边墙开挖支护施工工法 440

大型水轮机座环现场整体加工工法 452

引水隧洞平洞底板可转弯液压滑模、边顶拱可转弯钢模台车联合施工工法 459

1500kW 风机梁板式基础施工工法 472

CPR1000 核电半速汽轮机安装工法

DJGF-HE-01-2013

中国能源建设集团广东火电工程总公司、
山东电力建设第三工程公司、山东电力建设第二工程公司

林贵生 甘焕春 王洪栋 李忠信 梁 美 李鑫熙

1 前 言

在核电发电机组中应用半速汽轮机有更好的适应性，机组的安全可靠性更容易得到保证，有利于核电机组向大功率化不断发展。因此，国内核电与全球核电一样，加速了采用半速汽轮机的进程。

国内首批两台百万千瓦级的 CPR1000 核电半速汽轮机应用于广东岭澳二期核电站工程后，百万千瓦级的 CPR1000 核电半速汽轮机相继应用于宁德核电一期、阳江核电等工程中。

CPR1000 核电半速汽轮机与 CPR1000 核电全速汽轮机相比，整机体积大、重量大，汽轮机本体总重达 1720t，仅低压转子重达 177t、末级叶片直径达 5621mm，与汽缸连接的外部管道直径最大为 2591mm，属于“超长、超宽、超重”设备，并且管道对口偏差、对口附加应力控制困难，发生偏差都会对汽缸负荷分配产生影响，因此安装工艺复杂，现场安装难度大，从安装方面保证核电半速汽轮机的机组性能和核安全性能，需要先进的工艺工法。

中国能源建设集团广东火电工程总公司通过在岭澳二期核电半速汽轮机安装工程中开展技术创新及工艺研究，总结出“CPR1000 核电半速汽轮机安装技术”的国内领先技术。该技术于 2012 年 12 月 21 日通过了中国电力建设企业协会组织的科技鉴定。山东电力建设第二工程公司在核电半速汽轮机安装中申报的两项专利“汽轮发电机台板找正装置”和“汽轮机壳体安装中心线找正装置”已获国家授权，专利号分别为 ZL 201220352594.9 和 ZL 201220354385.8。

中国能源建设集团广东火电工程总公司、山东电力建设第三工程公司和山东电力建设第二工程公司利用本技术形成了 CPR1000 核电半速汽轮机安装工法，该工法首先应用于岭澳二期，后续在宁德核电一期和阳江核电工程中应用。

该工法在核电半速汽轮机的“安装流程优化”、“通流间隙测量及调整”、“轴系找中”和“轴系调整”中体现了创新性、先进性，在国内核电站推广应用半速汽轮机方面起了积极的作用，意义重大，具有明显的社会效益和经济效益。

2 工 法 特 点

2.1 工序合理，相对国外推荐的安装流程，经过“安装流程优化”有效缩短了半速汽轮机本体整体安装工期。

2.2 采用“液压顶升法”进行高中压缸猫爪的负荷测定,使用该方法操作简单,测定精度准确。

2.3 全实缸状态下测量通流间隙,消除汽缸挠度对通流间隙测量带来的影响。

3 适用范围

适用于 CPR1000 核电半速汽轮机本体安装,也可供其他单机容量百万千瓦级核电半速汽轮机的本体安装时参考。

4 工艺原理

4.1 核电半速汽轮机安装基础处理首先依据设计布置二次埋件,从而保证轴承箱的稳定支撑。低压模块前后轴承箱与内缸通过垂直法兰连接成一体,前后轴承箱支撑在垫铁组上,高中压模块采用上猫爪支撑在落地轴承箱上。机组设计无整体大台板,所有轴承箱采用无台板支撑,直接坐落在垫铁组上。

4.2 低压缸采用先进的“阿尔贝拉”设计,低压外缸直接落在凝汽器喉部上,低压内缸与外缸之间通过柔性密封环进行密封,保证真空边界,同时保证内缸的受热膨胀。内缸通过前后两端的轴承箱落在基础垫铁组上,这样的设计可以使内缸不承受真空载荷,大大增加了内缸的稳定性。

4.3 转子通过轴承箱油挡洼窝找正,通过配准轴承套的底部垫片来保证转子中心。此外,通过缸内通流部件“悬挂销”和“定位键”的加工配准,最终保证了动静部件之间存在合理的间隙,既避免动静部件因接触摩擦而损坏部件,又不会因间隙过大而影响机组热效率。

4.4 高中压缸外部的大管道必须待汽缸扣盖后方可与汽缸正式连接,每连接完一组管道,必须进行一次负荷分配,最大限度消除管道连接对高中压缸的附加应力影响。

4.5 当三缸扣盖并且高中压缸所有外部大管道连接完毕后(包括发电机的重件已经就位完毕),即可进行基础弹簧的释放。基础释放后对高中压缸进行最后一次负荷分配,以判断基础弹簧释放对汽缸负荷可能造成的影响,若存在影响则通过基础弹簧垫片抽减进行调整。

4.6 对轮找中工作分多次进行,应当在基础弹簧释放前完成精找中,避免弹簧释放后因调整量过大而导致轴承过度调整。基础弹簧释后对轮中心调整通过可调式垫铁组和弹簧垫片抽减配合调整。

4.7 对轮螺栓组件(包括开口锥形套等)已经在厂内配准尺寸,检查螺栓外形尺寸符合要求,现场需要对螺栓孔进行铰孔配准,其螺栓组件的质量差不大于 5g。对轮的最终连接在对轮最终找中完成后进行,需要保证同心度符合设计要求。

5 施工工艺流程及操作要点

5.1 施工工艺流程

5.1.1 半速汽轮机本体施工工艺流程



半速汽轮机本体施工工艺流程如图 5.1.1 所示。

5.1.2 工艺流程分解

(1) 基础检查和二次埋件安装流程：基础检查、划线→高中压轴承座纵横键座安装、灌浆→高中压轴承座纵横键块焊接安装→1 号、2 号低压内缸死点键块焊接安装→支撑板安装→圆（斜）垫铁组安装、二次灌浆→地脚螺栓安装。

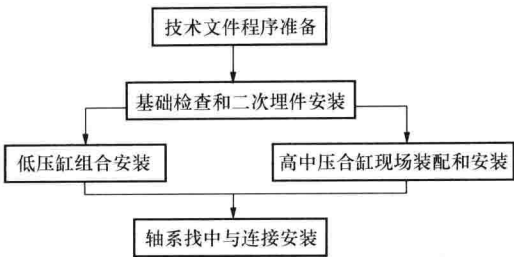
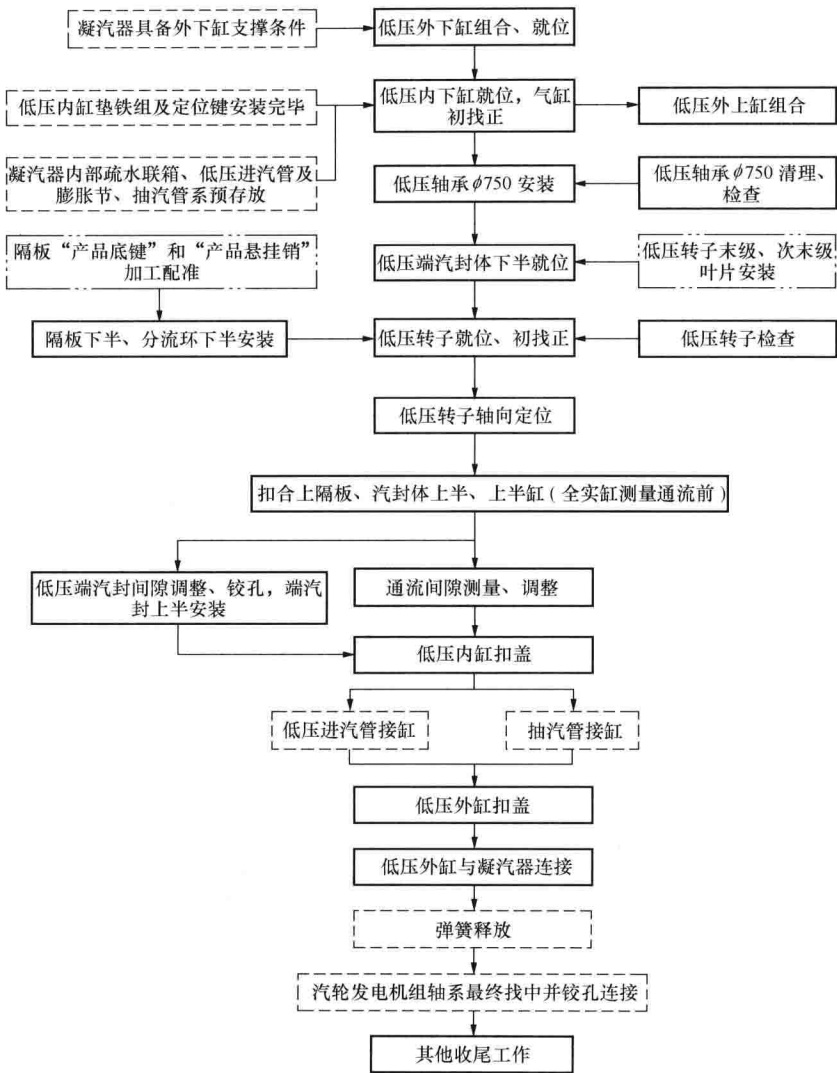


图 5.1.1 半速汽轮机本体施工工艺流程图

(2) 低压缸组合安装流程如图 5.1.2-1 所示。



5.1.2-1 低压缸组合安装流程图

(3) 高中压合缸现场装配与安装流程如图 5.1.2-2 所示。

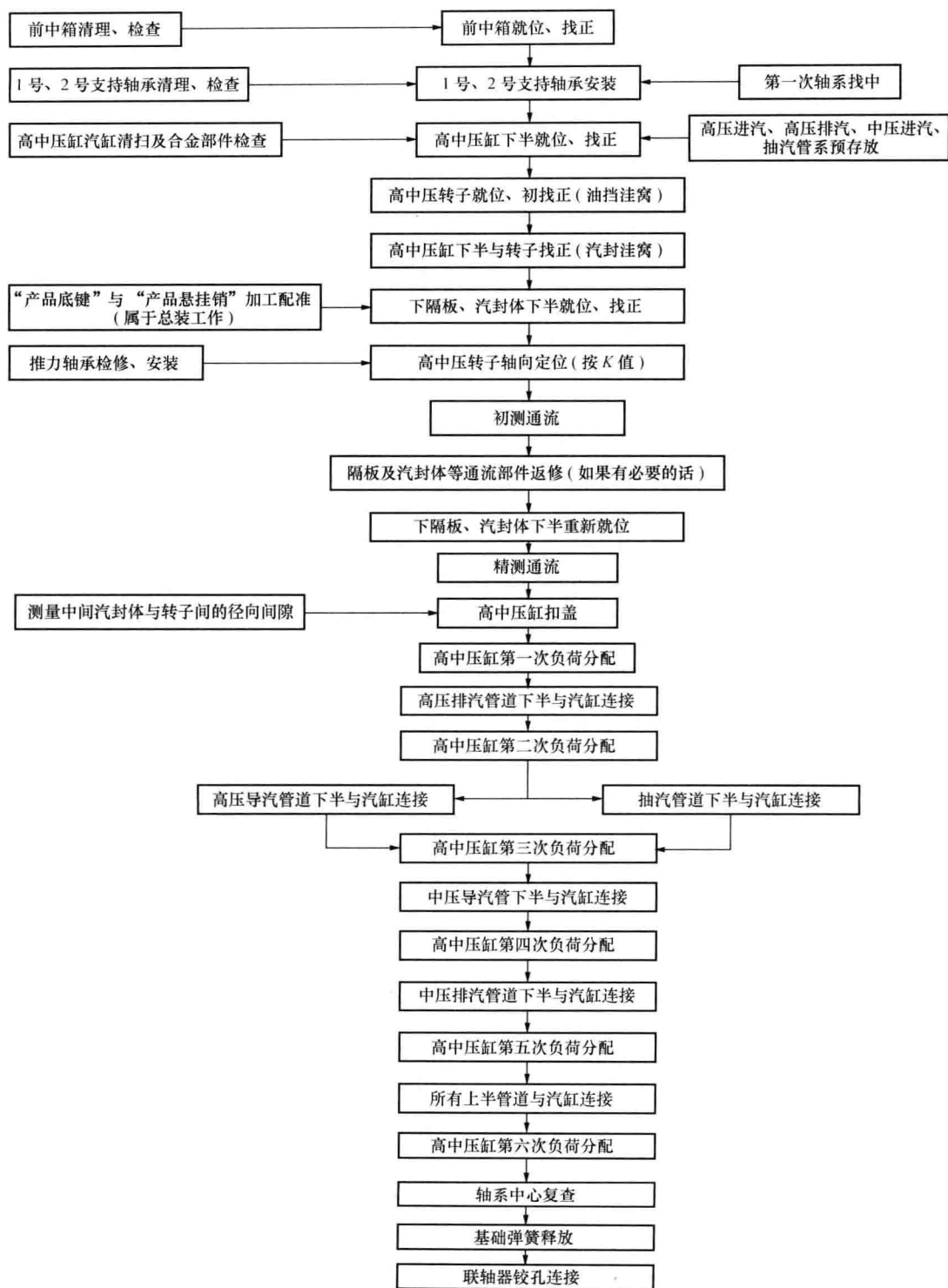


图 5.1.2-2 高中压合缸现场装配与安装流程图

(4) 轴系找中与连接安装流程如图 5.1.2-3 所示。



5.2 操作要点

5.2.1 基础检查和二次埋件安装

(1) 基础检查、划线。

1) 在基础上划出汽轮发电机纵横向中心线和各轴承中心线, 并复查基础各中心尺寸。

2) 一次预埋件由土建承包商安装并浇灌, 安装承包商应对其中心线、顶面标高、顶面水平度进行校核, 其偏差应在设计范围内。

(2) 高中压轴承座“导向装置”和“定位键”支撑板安装、灌浆。

1) 支撑板的主要作用是承载前中轴承箱和高中压缸的“导向装置”和“定位键”, 也即纵销、横销。

2) 将支撑板吊装就位, 复核支撑板的中心线、标高, 确保符合设计要求后交付土建承包商进行二次灌浆。

(3) 高中压轴承座“导向装置”安装。

1) “导向装置”由“键轴”、“导向块 I”、“导向块 II”组成, 各部件之间采用过盈配合, 可采用电加热法进行装配。

2) 根据图纸要求定位“导向装置”, 经各方验收合格后交付焊接。

(4) 1 号、2 号低压缸定位键安装。

1) 1 号、2 号低压缸导向装置、死点键座已经由土建承包商安装定位并进行一次灌浆完毕。

2) 将导向装置、死点键就位, 经各方验收合格后交付焊接。

(5) 圆垫铁组安装、二次灌浆。

1) 将图 5.2.1-1 中件 4 “底部垫板”按图定位, 然后将其与基础混凝土或预埋件面板进行连接固定。

2) 将图 5.2.1-1 中件 3 “中间垫板”、件 2 “调整螺钉”、件 1 “球面垫圈”按图进行组装定位。

3) 调整圆垫铁组的标高及水平度。在进行标高调整时注意考虑机组轴系的扬度。

4) 调整完毕, 拆除图 5.2.1-1 中件 2 “调整螺钉”、件 1 “球面垫圈”, 根据图 5.2.1-2 安装“密封件”和“灌浆保护用套筒”。密封片可以采用橡胶材料, 注意其厚度应大于件 3 “中间垫板”与基础混凝土表面之间的间隙。

5) 交付土建承包商进行二次灌浆。

6) 灌浆完毕, 拆除“密封件”和“灌浆保护用套筒”。

7) 重新安装图 5.2.1-1 中件 2 “调整螺钉”、件 1 “球面垫圈”。注意对件 2 “调整螺钉”、件 1 “球面垫圈”进行相关的润滑保护。

8) 对于 1 号、2 号低压缸, 图 5.2.1-2 中的件 3 “中间垫板”与件 4 “底部垫板”、件 4 “底部垫板”与低压缸一次预埋件是金属表面直接接触, 件 4 “底部垫板”与低压缸一次预埋件之间通过焊接固定。因此, 在进行低压缸圆垫铁组安装时, 须对件 4 “底部垫板”进行精

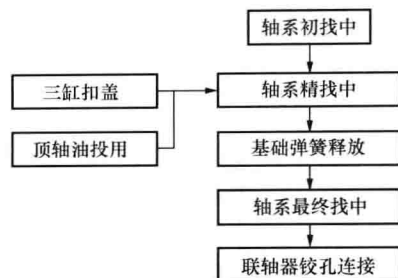


图 5.1.2-3 轴系找中与连接安装流程图

加工, 以确保圆垫铁组的标高符合设计要求, 不需进行二次灌浆。

9) 现场安装过程中, 可根据实际情况更改“密封件”和“灌浆保护用套筒”的形式, 因为这些只是灌浆辅助用料, 只需确保“灌浆料不会流入地脚螺栓套筒中, 也不会往上冒, 黏结在调整螺钉的螺纹中”。

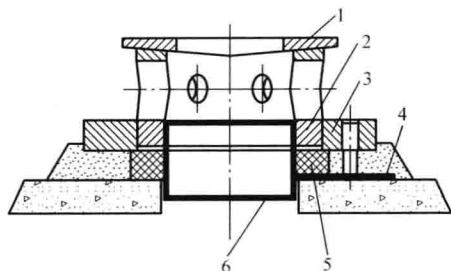


图 5.2.1-1 圆垫铁组安装示意图 (一)

1—球面垫圈; 2—调整螺钉; 3—中间垫板;
4—底部垫板; 5—橡胶垫圈; 6—铝制堵板

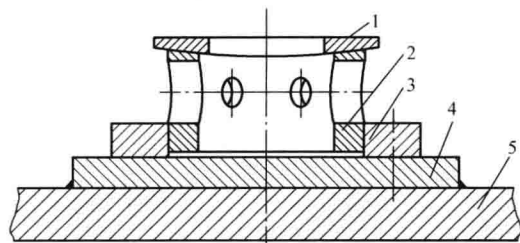


图 5.2.1-2 圆垫铁组安装示意图 (二)

1—球面垫圈; 2—调整螺钉; 3—中间垫板; 4—底部垫板;
5—低压缸一次预埋件

(6) 斜垫铁组安装、二次灌浆。

1) 就位前中箱侧的斜垫铁组, 利用 3 颗“顶丝”调整斜垫铁组的标高及水平度, 在进行标高调整时注意考虑机组轴系的扬度, 最终交付二次灌浆。

2) 对于低压侧的斜垫铁组, 就位斜垫铁组后, 测量其顶面标高, 然后加工其“垫板”, 最终与一次预埋件进行焊接固定。

(7) 地脚螺栓安装、灌浆。

1) 所有地脚螺栓套筒按图纸技术要求应灌入细粒浆料。

2) 对于穿透式地脚螺栓, 在进行灌浆前应先先将地脚螺栓、底部封板、底部螺母组合在一起, 并采取措施临时固定。

5.2.2 低压缸组合安装

(1) 低压外下缸组合。

1) 焊接前需检查低压外下缸水平中分面的平行度小于或等于 $0.05\text{mm}/1000\text{mm}$, 以及两半装配件“O 形密封环装配面”之间的距离, 都应当符合设计要求。

2) 外缸垂直结合面间隙检查, 若存在间隙可采用加设垫片的方式消除间隙。利用对角线长度测量方法检查确认组合前尺寸是否符合设计要求。

3) 在低压外下缸水平中分面焊接处加装压板, 以控制焊接变形, 并应在水平中分面焊缝处架设百分表监视垂直和水平方向的变形, 特别关注垂直方向的变形, 不应超过 0.05mm 。由两名焊工同步、对称焊接两半装配件, 焊工应提前进行培训, 控制焊接速度基本一致, 合格后方可上岗操作。

4) 焊接完毕, 割除外缸外表面的临时部件, 并对表面进行打磨干净, 特别关注两半缸接缝处的水平中分面, 应平滑过渡, 不应形成突起或者凹坑。

5) 利用大平尺+合像水平仪或精密水准仪对低压外下缸水平结合面的平行度进行检查,



应符合设计要求 ($\leq 0.05\text{mm}/1000\text{mm}$), 否则应进行调整。

(2) 低压外下缸就位安装、初找正。

1) 将组合后的低压外下缸吊装就位在凝汽器上喉部上, 低压外下缸与凝汽器上喉部间需严格遵循制造厂要求, 均匀布置一定数量的垫铁组或顶丝。

2) 调整低压外下缸的纵横向中心线, 其偏差应当符合设计要求。

(3) 低压内下缸就位、初找正。

1) 内下缸就位前, 将柔性密封环护板焊接完毕, 柔性密封环临时固定在低压内下缸两端排汽锥体上。

2) 内下缸就位前必须确认低加抽汽管道、低压进汽管等部件已经预存完毕。

3) 建立钢丝基准, 测量低压内下缸前后油挡中心与汽轮发电机组中心线偏差, 应当符合设计要求。

(4) 低压外上缸组合。

1) 低压外上缸组合必须在外下缸上进行, 因此, 在低压内缸最终扣盖前, 必须组合低压外上缸。

2) 对低压外上缸、外下缸水平中分面进行清理。低压外缸上半两半装配件依靠水平中分面处的 8 颗“特制锥销”进行精确定位, 4 颗靠近柔性密封环, 4 颗靠近低压进汽口。

3) 紧固 1/3 低压外缸上下半的水平中分面螺栓, 消除外缸水平中分面的间隙, 同时检查垂直结合面间隙, 若存在间隙应当采用增加垫片的方式消除。

4) 焊接前将靠近低压进汽口的四颗“特制锥销”拆除, 靠近柔性密封环的四颗“特制锥销”保留在原位。

5) 同样地, 由两名焊工同步、对称焊接两半装配件, 焊工应提前进行培训, 控制焊接速度基本一致, 合格后方可上岗操作。

6) 垂直结合面焊接完毕后, 将外上缸吊出, 继续对水平中分面处的结合面进行施焊, 最终完成外上缸内部支撑管的焊接工作。

(5) 低压轴承 $\phi 750$ 安装。

1) 对低压轴承进行清理、检查。

2) 将低压轴承各部件吊装就位, 注意在各部件之间的接触面涂抹红丹粉, 检查各接触面状况。

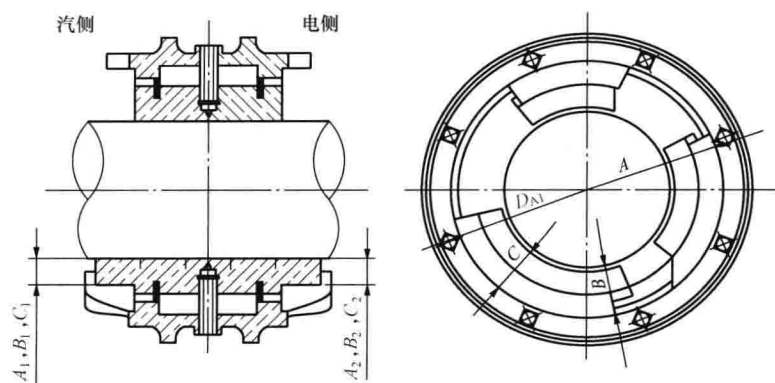
3) 将低压转子吊装就位, 扣合轴承上半和“压紧调整装置”上半, 通过“压铅丝”的方法先配准轴承紧力。

4) 液压拉伸轴承中分面螺栓, 然后使用内径千分尺测量轴瓦的平行度 (测量点制造厂有特殊规定, 必须遵循其要求), 各瓦块平行度偏差应不大于 0.065mm , 如图 5.2.2-1 所示。

5) 根据平行度测量数据, 确定“底部调整板”、“侧部调整板”的加工数据 (如果有必要的话)。

6) 加工前, 必须结合轴承内外侧的内径测量数据, 通过计算确定轴瓦真实的平行度数据。

(6) 转子就位安装、找正。



测量值	测量值	测量值	测量值	实际平行度偏差	
A_1	$D_{\Delta 1}$	A_2	$D_{\Delta 2}$	$(A_1 - A_2) - (D_{\Delta 1} - D_{\Delta 2})$	
B_1	D_{B1}	B_2	D_{B2}	$(B_1 - B_2) - (D_{B1} - D_{B2})$	
C_1	D_{C1}	C_2	D_{C2}	$(C_1 - C_2) - (D_{C1} - D_{C2})$	

图 5.2.2-1 低压轴承 $\phi 750$ 安装示意图

1) 将轴承定位在其运行位置 (需要测定轴承中分面与轴承箱中分面的角度), 然后将转子吊装就位。

2) 转子与油挡洼窝进行初找正, 中心要求如下

$$a - b \leq 0.05; c - (a + b) / 2 \leq 0.05$$

(7) 低压端汽封间隙调整、铰孔, 端汽封上半安装。

1) 根据间隙实测值对低压端汽封体进行调整, 调整完毕, 紧固端汽封体下半部分垂直结合面的螺栓, 然后对端汽封体下半部分的定位销孔进行配钻、铰孔。

2) 加工配准端汽封体下半部分的定位销, 然后紧固端汽封体下半部分的螺栓。

(8) 通流间隙测量方法。

1) 径向通流顶部间隙通过“压铅丝”的方法进行测量, 先在隔板汽封和叶顶汽封处放置好铅丝, 然后扣合上隔板和内上缸, 紧固 1/3 中分面螺栓, 检查内缸中分面间隙符合设计要求后, 移除内上缸、上隔板, 取出顶部铅丝, 通过测量铅丝确定径向通流顶部间隙。

2) 左右径向通流间隙可直接使用楔形塞尺测量。

3) 将隔板推至其出汽侧贴紧内缸的隔板凹槽/凸肩, 然后测量轴向通流间隙。

4) 将所有的通流间隙数据填写在检查记录单中, 然后根据图纸要求的通流间隙确定是否需进行调整。

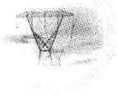
(9) 通流间隙的调整方法。

1) 若径向通流顶部间隙不符合设计要求, 则可通过“产品悬挂销”的更换或加工来进行调整。

2) 若左右径向通流间隙不符合设计要求, 则可通过“产品定位键”的更换或加工来进行调整。

3) 汽封齿的修刮调整。

4) 若轴向通流间隙不符合设计要求, 则可通过隔板的加工来进行调整。



(10) 低压内缸扣盖。

1) 扣盖前应梳理完毕，经各方确认。

2) 吊入缸内各部件，所有螺栓按照设计要求紧固。

3) 扣合低压内缸上半，根据质量计划要求冷紧/热紧中分面螺栓。

(11) 低压进汽管接缸、抽汽管接缸。

(12) 低压外缸与凝汽器连接。

1) 低压外下缸的支撑点布置应符合图纸要求。

2) 低压外下缸与低压内下缸先进行找正，其径向、轴向错位应当符合设计要求。

3) 扣合外上缸前，考虑焊接变形收缩量，先将外下缸预抬高 2mm。

4) 焊接前在低压外缸与内缸“柔性密封环”安装法兰的上、下、左、右四处架设监视径向、轴向变形的百分表，定期进行读数，并根据读数情况进行相应的焊接调整工作。

5) 由 4 个焊工开始连续地进行焊接，焊接顺序如图 5.2.2-2、图 5.2.2-3 所示。

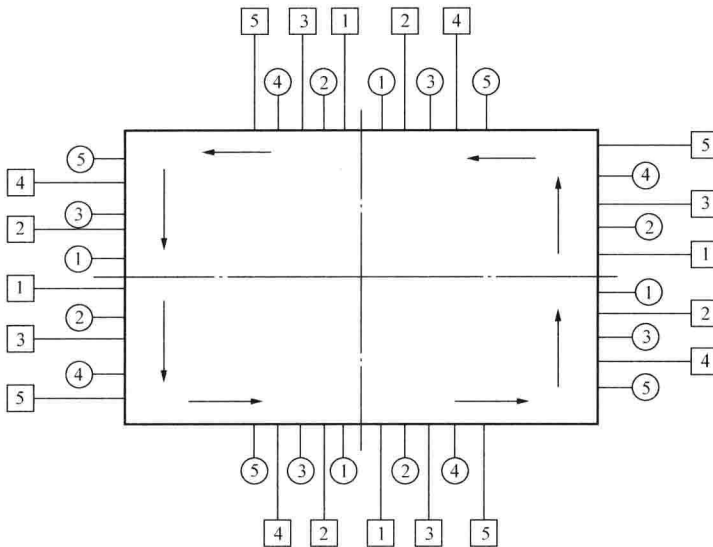


图 5.2.2-2 低压外缸与凝汽器连接示意图（一）

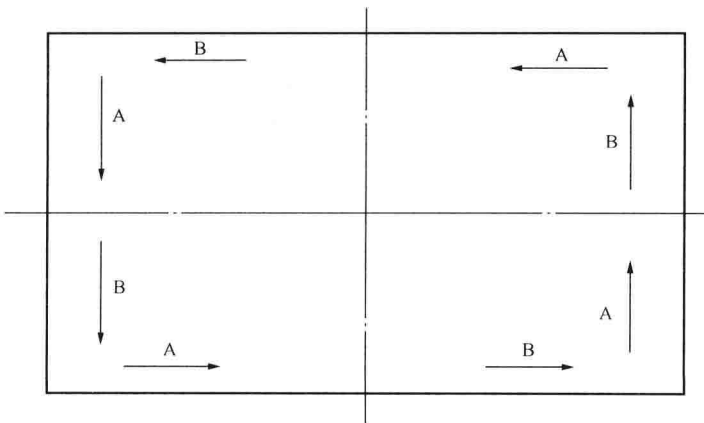


图 5.2.2-3 低压外缸与凝汽器连接示意图（二）

5.2.3 高中压缸现场装配和安装

(1) 推力轴承检修、安装。

1) 对推力瓦块进行外观检查及着色检查, 最后测量各瓦块厚度差不大于 0.02mm。

2) 将推力轴承瓦体下半吊装就位, 然后吊入高中压转子, 测量转子推力盘与瓦体下半之间的平行度, 应符合要求, 如图 5.2.3-1 所示。

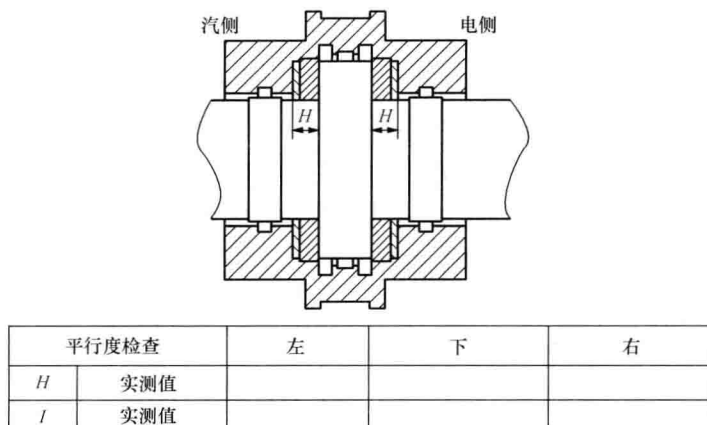


图 5.2.3-1 推力轴承检修、安装示意图

(2) 安装浮动挡油环。

(3) 往复顶动转子, 测量推力间隙 (注: 顶轴油系统必投用)。

1) 在推力轴承上半靠中分面两侧各装一个百分表来监视推力轴承的移动量, 在转子台肩或者在转子叶根的轴向位置左右各装一个百分表。

2) 装好百分表后, 用行车盘动转子, 盘动时将转子向前向后施加力盘动, 将转子推力盘贴紧工作面或非工作面时百分表各读取一个数值, 得出推力间隙。

3) 若推力间隙过大或过小, 可调整推力轴承瓦套两侧的调整垫片, 也可调整推力瓦块后部的调整垫片。

(4) 中间汽封体测量调整。

1) 扣盖前, 使用厂供专用工具“汽封齿径向间隙测量工具”对中间汽封体测量参考值 L_1 。

2) 扣盖后, 使用厂供专用工具“汽封齿径向间隙测量工具”对中间汽封体测量参考值 L_2 。

3) 两次测量值的偏差 $J=L_2-L_1$ 就是扣盖后中间汽封体处的顶部径向通流间隙, 此间隙值可作为外延值, 以便在后续的“高中压缸负荷分配”、“基础弹簧释放”、“轴系找中”等工序进行复查, 确认高中压通流间隙是否发生较大的变化。

(5) 高中压缸负荷分配。

1) 高中压缸负荷分配与高中压缸外部管道连接工作交叉进行, 其安装流程及逻辑符合作业流程要求。

2) 每连接完一组管道后, 必须保证相应的热处理 (若有要求的话) 和管道支架释放、调整等工作已经完成, 管道处于最终安装状态, 避免造成高中压缸负荷分配的误判。

3) 按图 5.2.3-2 放置好顶升工具, 加设猫爪标高变化测量百分表, 并预压一个值, 将百



分表归零，然后利用顶升工具将即将要进行负荷分配的支撑点向上提升。

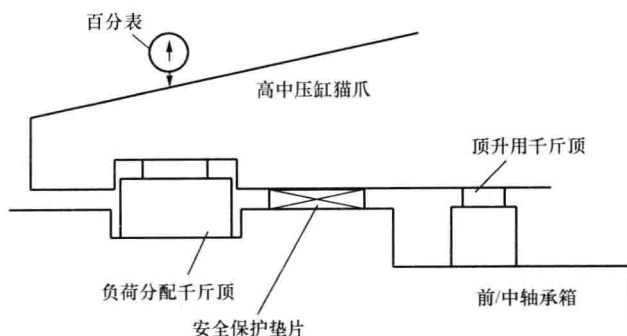


图 5.2.3-2 高中压缸负荷分配操作示意图

4) 拆除该处猫爪垫片，然后安装保护垫片和负荷分配油顶组件。

5) 为了避免任何影响测量结果的变形，请尽可能地将油顶放置在支撑点的轴线上。增大负荷分配油顶的压力，使高中压缸猫爪支撑在负荷分配油顶上，从而将顶升工具释放开来。

6) 记录此时油顶的位置并做好标记，以便后面进行另一次负荷分配时的准确定位。

7) 缓慢地更改负荷分配油顶的压力，从而将猫爪设定在正确的高度上，直至猫爪标高变化测量百分表上的读数为零。

8) 开始对负荷分配油顶加压，然后根据图 5.2.3-3 逐步提升猫爪。

9) 记录负荷分配油顶每次提升或下降时的压力值。

10) 实际操作中可适当增加测量点，例如可将汽缸猫爪提升至+0.4mm 或+0.5mm 不等。

11) 汽缸猫爪提升/下降一个循环后，重新摆放好顶升千斤顶，将汽缸向上顶升，然后移开负荷分配油顶。

12) 重新放入猫爪垫片，然后将顶升千斤顶向下降，最后移开顶升千斤顶。此时检查猫爪标高变化，测量百分表上的读数，应回到零位。

13) 对高中压缸同一端的另一侧猫爪进行同样的操作。

14) 比较两侧猫爪的荷载偏差，应符合设计要求。一般

来说，如果管道安装、焊接、支吊架释放和调整严格按照规范进行，高中压缸负荷偏差不应过大，如果发现左右猫爪负荷偏差过大（超出 5%），则应重新核查刚刚连接完的那一组管道支吊架是否已经正确释放，或者焊接热处理是否已经完成，或者是否存在焊接错口过大，从而决定进行相应的调整工作。

15) 由于每个猫爪进行负荷分配时使用的油顶为同一油顶，因此，两侧猫爪的荷载偏差即为猫爪的平均压强偏差。

16) 压强平均值可通过累加每次的压强值的方法进行计算，也可通过累加三次零点处的压强值的方法进行计算；两者偏差不大，具体哪一方较为精确应结合负荷分配液压千斤顶的压力表精度综合考虑。

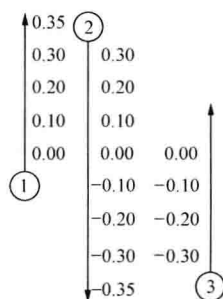


图 5.2.3-3 高中压缸负荷分配顶升示意图