

中华人民共和国电力行业标准

P

DL 5190.3 — 2019

代替 DL 5190.3 — 2012

0081

电力建设施工技术规范

第3部分：汽轮发电机组

Technical specification for thermal power
erection and construction —
Part 3: Steam turbine generator unit

2019-06-04 发布

2019-10-01 实施

国家能源局 发布

国家能源局

公 告

2019 年 第 4 号

国家能源局批准《光伏发电工程电气设计规范》等 297 项行业标准，其中能源标准（NB）105 项、电力标准（DL）168 项、石化标准（NB/SH）24 项，现予以发布。

附件：行业标准目录

国家能源局

2019 年 6 月 4 日

附件:

行 业 标 准 目 录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
...							
243	DL 5190.3—2019	电力建设施工技术规范 第 3 部分, 汽 轮发电机组	DL 5190.3—2012		中国电力出版社	2019-06-04	2019-10-01
...							

前 言

本部分是根据《国家能源局综合司关于印发 2017 年能源领域行业标准制（修）订计划及英文版翻译出版计划的通知》（国能综通科技〔2017〕52 号）文件的要求，由电力行业火电建设标准化技术委员会负责，会同有关单位在《电力建设施工及验收技术规范 汽轮发电机组篇》DL 5190.3—2012 的基础上修订的。

《电力建设施工技术规范》DL 5190 分为如下部分：

- 第 1 部分：土建结构工程；
- 第 2 部分：锅炉机组；
- 第 3 部分：汽轮发电机组；
- 第 4 部分：热工仪表及控制装置；
- 第 5 部分：管道及系统；
- 第 6 部分：水处理和制（供）氢设备及系统；

.....

- 第 8 部分：加工配制；
- 第 9 部分：水工结构工程。

本部分是 DL 5190 的第 3 部分。

本部分主要内容包括基本规定，汽轮机本体，汽轮机辅助设备，汽轮机附属机械，燃气轮机本体，燃气轮机附属系统，发电机和励磁装置，调节保安装置和油系统，汽轮机本体范围的管道，起重设施，汽轮机化妆板、平台、梯子和盖板等。

本部分主要技术内容变化如下：

- 增加了整体供货汽轮机模块的安装技术规定；
- 增加了自同步离合器（synchro-self-shifting 离合器）的安装技术规定；
- 增加了燃气轮机本体的安装基本规定；

- 增加了燃气轮机附属系统的安装基本规定；
- 增加了间接空冷装置的安装技术规定；
- 增加了直接空冷装置排汽管道、空冷管束安装技术规定；
- 增加了真空泵安装技术规定；
- 增加了电动葫芦的安装技术规定；
- 删除了三油楔轴承安装的相关技术规定；
- 删除了液压调节保安装置的相关技术规定；
- 删除了汽轮机组设备的保温和涂漆的相关技术规定；
- 删除了汽轮机启动前调节系统和自动保护装置的调整和试验的相关技术规定；
- 删除了发电机投氢及氢系统运行的技术规定；
- 删除了双水内冷发电机和水氢氢发电机的试运行的技术规定；
- 删除了空冷岛热态冲洗的技术规定；
- 删除了汽轮发电机组带负荷运行的技术规定。

本部分以黑体字标识的第 7.7.2 条、第 8.1.10 条第 4 款、第 9.10.2 条第 5 款、第 9.10.4 条第 10 款、第 10.1.5 条第 3 款、第 10.6.5 条为强制性条文，必须严格执行。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由电力行业火电建设标准化技术委员会（DL/TC 44）归口。

本部分主编单位：山东电力建设第三工程有限公司

本部分参编单位：中国电建集团河南工程有限公司

中国能源建设集团安徽电力建设第二工程有限公司

中国华电科工集团有限公司

本部分主要起草人：李润林 乐嘉然 林德阳 冯文学

柳光亭 姚建宇 赵利兴 温建磊

刘 骅 张西安 王正新 张连庆

陈 琪 黄后冬 杨亚东

本部分主要审查人：张青年 郭志军 王永才 朱 达

张新江 张文胜 王彦成 徐理焕

周 军 刘晓东 韩忠才 徐云泉

张天元 王伟民 姜有治

本部分自实施之日起代替《电力建设施工及验收技术规范 第3部分：汽轮发电机组篇》DL 5190.3—2012。

本部分在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
3.1 土建工程	4
3.2 设备及系统安装	5
3.3 试运前条件	8
4 汽轮机本体	11
4.1 一般规定	11
4.2 本体基础	11
4.3 台板与垫铁	13
4.4 汽缸、轴承座及滑销系统	16
4.5 轴承和油挡	21
4.6 整体组装的汽缸模块	27
4.7 汽轮机转子	29
4.8 通流部分设备安装	33
4.9 减速器和盘车装置	37
4.10 汽轮机扣大盖	40
4.11 基础二次灌浆及养护	44
4.12 质量验收应提交的技术文件	46
5 汽轮机辅助设备	49
5.1 一般规定	49
5.2 凝汽器	50
5.3 直接空冷装置	55
5.4 间接空冷装置	58
5.5 热交换器	60

5.6	箱罐和除氧器	62
5.7	减温减压装置	64
5.8	抽气设备	65
5.9	真空系统严密性检查	66
5.10	辅助设备试运行	68
5.11	质量验收应提交的技术文件	69
6	汽轮机附属机械	71
6.1	一般规定	71
6.2	一般离心泵	77
6.3	给水泵组	82
6.4	立式泵	86
6.5	深井泵	97
6.6	空冷风机和水塔风机	99
6.7	旋转滤网	101
6.8	真空泵	103
6.9	附属机械试运行	103
6.10	质量验收应提交的技术文件	109
7	燃气轮机本体	112
7.1	本体基础	112
7.2	垫铁和可调固定器	112
7.3	台板和支撑装置	112
7.4	本体安装	112
7.5	进气、排气系统安装	116
7.6	基础二次灌浆及养护	117
7.7	罩壳安装	118
7.8	质量验收应提交的技术文件	118
8	燃气轮机附属系统	121
8.1	设备及框架模块安装	121
8.2	燃机本体及附属系统管道安装	123

DL 5190.3 — 2019

8.3 燃气轮机附属系统试运行	125
8.4 质量验收应提交的技术文件	127
9 发电机和励磁装置	129
9.1 一般规定	129
9.2 轴承座及轴承	133
9.3 定子	134
9.4 转子	138
9.5 磁力中心及空气间隙调整	141
9.6 端盖封闭	142
9.7 密封装置	143
9.8 进出水支座	145
9.9 冷却器	147
9.10 冷却系统	149
9.11 励磁装置	152
9.12 质量验收应提交的技术文件	153
10 调节保安装置和油系统	156
10.1 一般规定	156
10.2 调节保安装置	159
10.3 汽门及其传动机构	162
10.4 离心式主油泵	167
10.5 控制油系统	169
10.6 润滑油系统	171
10.7 密封油系统	176
10.8 油系统冲洗	178
10.9 质量验收应提交的技术文件	182
11 汽轮机本体范围的管道	184
11.1 一般规定	184
11.2 阀门安装	184
11.3 管道安装	185

11.4 质量验收应提交的技术文件	188
12 起重设施	189
12.1 桥式起重机	189
12.2 电动(手动)葫芦	198
12.3 质量验收应提交的技术文件	200
13 汽轮机化妆板、平台、梯子和盖板	201
13.1 汽轮机化妆板	201
13.2 平台、梯子和盖板	201
附录 A 汽轮机台板砂浆垫块施工规定	203
附录 B 汽缸密封涂料	205
附录 C 常用密封材料品种及适用范围	206
附录 D 常用油脂品种及适用范围	208
附录 E 用钢丝找中心垂弧计算公式	211
附录 F 油质等级标准	212
标准用词说明	214
引用标准名录	215
附: 条文说明	217

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements	4
3.1	Civil works	4
3.2	Equipment and system erection	5
3.3	Preparation of trial run	8
4	Steam turbine	11
4.1	General requirement	11
4.2	Foundation requirements	11
4.3	Soleplate and shims	13
4.4	Casing, bearing pedestals and sliding key system	16
4.5	Bearing and oil baffle	21
4.6	Integral cylinder	27
4.7	Steam turbine rotor	29
4.8	Installation of equipment in flow passage	33
4.9	Turning gear and speed reducer	37
4.10	Covering of steam turbine	40
4.11	Secondary grouting and curing	44
4.12	Technical documents to be provided before technical acceptance	46
5	Auxiliary equipments	49
5.1	General requirement	49
5.2	Condenser	50
5.3	Air cooled device	55
5.4	Indirect air device	58
5.5	Heat exchanger	60
X		

5.6	Tanks and deaerator	62
5.7	Attemperator and pressure reducing device	64
5.8	Extraction equipments	65
5.9	Leakage check of vacuum system	66
5.10	Trial run of auxiliary equipment	68
5.11	Technical documents to be provided before technical acceptance	69
6	Accessory machinery	71
6.1	General requirement	71
6.2	Common centrifugal pumps	77
6.3	Feed water pump units	82
6.4	Vertical pumps	86
6.5	Deep well pumps	97
6.6	Air cooling and water cooling fans	99
6.7	Rotating filter	101
6.8	Vacuum pump	103
6.9	Trial run of accessory machinery	103
6.10	Technical documents to be provided before quality acceptance	109
7	Gas turbine	112
7.1	Requirements for foundation	112
7.2	Shim and fixator	112
7.3	Soleplate and support device	112
7.4	Gas turbine	112
7.5	Air intake and exhaust systems	116
7.6	Secondary grouting and curing	117
7.7	Enclosure of gas turbine	118
7.8	Technical documents to be provided before quality acceptance	118
8	Gas turbine accessory systems	121
8.1	Equipments and module erection	122
8.2	Piping erection of accessory systems	123

8.3	Trial run of accessory machinery	125
8.4	Technical documents to be provided before quality acceptance	127
9	Generator and excitation device	129
9.1	General requirement	129
9.2	Bearing seat and bearing	133
9.3	Stator	134
9.4	Rotor	138
9.5	Adjustment of magnetic force center and air gap	141
9.6	Cover closing	142
9.7	Shaft sealing device	143
9.8	Water inlet/outlet pedestals	145
9.9	Heat exchanger	147
9.10	Cooling system	149
9.11	Excitation device	152
9.12	Technical documents to be provided before quality acceptance	153
10	Control-protecting device and oil system	156
10.1	General requirement	156
10.2	Electro-hydraulic control and protecting device	159
10.3	Steam valve and its driving a device	162
10.4	Centrifugal main oil pump	167
10.5	Control oil system	169
10.6	Lubricating oil system	171
10.7	Sealing oil system	176
10.8	Oil system flushing	178
10.9	Technical documents to be provided before quality acceptance	182
11	Piping of steam turbine	184
11.1	General requirement	184
11.2	Valves Installation	184
11.3	Piping Installation	185

11.4	Technical documents to be provided before quality acceptance	188
12	Hoisting equipment	189
12.1	Bridge crane	189
12.2	Electric (manual) hoist	198
12.3	Technical documents to be provided before quality acceptance	200
13	Enclosure, platform ladder and cover of steam turbine	201
13.1	Enclosure of steam turbine	201
13.2	Platform ladder and cover of steam turbine	201
Appendix A	Requirements for construction of mortar and pads for S/T soleplate	203
Appendix B	Cylinder coating	205
Appendix C	Common sealing material types and scope of application	206
Appendix D	Common grease types and scope of application	208
Appendix E	Sag calculation formula for centering with steel wire	211
Appendix F	Oil quality rating criterion	212
	Explanation of wording in this code	214
	List of quoted standards	215
	Addition: Explanation of provisions	217



1 总 则

1.0.1 为了加强汽轮发电机组工程施工技术管理，进一步提高工程施工质量，修订本部分。

1.0.2 本部分适用于火力发电厂汽轮发电机组、燃气-蒸汽联合循环发电机组、单循环燃气发电机组的施工。

1.0.3 汽轮发电机组的施工应依据批准的设计和设备制造厂技术文件，如需修改或变更，应由设计单位、设备制造厂出具相应的证明文件，办理相关的审批手续。土建工程除应符合《电力建设施工技术规范 第1部分：土建结构工程》DL 5190.1的规定外，尚应按本部分执行。

1.0.4 汽轮发电机组的施工应按设备订货合同、技术协议及制造厂有效技术文件执行，如合同、协议及制造厂技术文件无要求时，按本部分规定执行。

1.0.5 汽轮发电机组的施工，除应符合本部分规定外，尚应执行国家现行有关标准规定。

2 术 语

2.0.1 椭圆度 ellipticity

圆柱形轴或者孔在某一横剖面的不圆度，其数值为该横剖面最大直径与最小直径之差。

2.0.2 不柱度 non-cylindricity

圆柱形轴或孔通过轴中心线的轴向剖面上下线与平行线的偏差。其数值为该轴或孔在轴向剖面上最大与最小直径之差。要求为正圆柱体的部件，不柱度表示偏离正圆柱要求的程度。

2.0.3 锥度 taper

圆锥、圆台形状回转面与基准面的倾斜程度。对于圆锥形状其数值为圆锥基准面直径与圆锥高度的比值，对于圆台形状其数值为上下直径之差与圆台高度的比值。

2.0.4 平面度 flatness

实际表面偏离标准平面的程度。其数值用实际平面距离标准平面最远点的距离值表示。

2.0.5 不平行度 non-parallelism

两个相互平行的线或面间的不平行的程度。其数值为两要素间最大与最小垂直距离之差。

2.0.6 不垂直度 non-perpendicularity

两条轴线、轴线与平面或两平面之间所形成的角度与标准直角之差。以单位长度内标准垂直线或面与所测线或面的最小距离 Δ 表示。

2.0.7 径向晃动 radial run out

测量断面所在的轴表面到轴中心线距离的偏离程度。用百分表垂直指向被测断面的轴中心线，转子轴颈在支持面上盘动，被

测表面上各点读数的最大与最小值之差，为轴颈在该截面的径向晃度。

2.0.8 端面瓢偏 ending run out

端面与轴中心线不垂直的程度。在被测端面接近直径的周边部位，相对 180°位置各安放一个垂直于端面的百分表，盘动转子，两表同时指示的最大差值减去最小差值的 1/2 即为端面瓢偏值。

2.0.9 大型水泵 large pumps

出口公称直径大于 400mm 的高压离心泵，以及入口公称直径大于 700mm 的低压泵。

2.0.10 可调式汽封 adjustable steam seal

一种随着启动过程中蒸汽压力的逐渐增大而分段闭合的汽封。其主要特点：启动时，汽封块张开，使动静部分达到最大间隙，避免了启动过程中由于振动及变形而导致的碰磨。随着机组升速加负荷，汽封块端部闭合，使动静间隙减小，以减少汽封的漏汽量从而提高机组的效率。

2.0.11 空冷凝汽器 air-cooled condenser; ACC

以空气作为冷却介质，使汽轮机排汽凝结成水的表面式换热器。

2.0.12 单循环 simple cycle

依次由压缩、燃烧和膨胀过程组成的热力循环。

2.0.13 联合循环 combined cycle

燃气轮机循环与蒸汽或其他流体的朗肯循环相联合的热力循环。

2.0.14 燃气轮机本体 gas turbine core

包括燃气轮机压气机、燃烧系统、透平及其连接部件。

3 基本规定

3.1 土建工程

3.1.1 汽轮发电机组基础施工前,应按《电力建设工程监理规范》DL/T 5434 的规定进行图纸会检。

3.1.2 基础施工期间,安装专业应做下列配合工作:

1 施工准备时,应校核预留孔洞、预埋件、汽轮发电机组基座及主要附属设备基础等标高、中心线、地脚螺栓孔位置等重要几何尺寸;

2 参加基座浇灌前的中间核查;

3 起吊设施基础、锚固点及为起吊设备对建筑结构进行的加固方案,土建施工前应由建设、监理、设计和土建施工等单位共同确定;

4 因吊装大型设备而预留的钢结构、基础或墙体,应在土建施工前由设计单位、监理单位和土建施工单位等有关单位确认。

3.1.3 交付安装的土建工程应具备下列条件:

1 行车轨道安装完毕,二次灌浆的混凝土已达到设计强度,并经验收合格;

2 主辅设备基础、基座混凝土已达到设计强度的 70%以上,模板已拆除;

3 厂房封闭,屋面止水;

4 厂房内的各基础纵横中心线、标高标识和基础沉降观测点清晰、齐全;

5 各层平台、通道、梯子、栏杆、踢脚板装设完毕且焊接牢固,主机周边孔洞有可靠的临时盖板或围栏;

- 6 厂房内的管沟、泵坑、排水沟及集水井等清洁，排水畅通；
- 7 消防设施可靠；
- 8 建筑物和基础上的基准点与基准线标识清晰、齐全；
- 9 弹性基础隔振器预压完成，预压和安装记录齐全。

3.2 设备及系统安装

3.2.1 设备到达现场后，应由建设、制造、监理、总包、施工、设备保管等相关单位共同开箱查验、记录并签证。有缺陷的设备应按合同约定处理。

3.2.2 设备开箱检验时，装箱单、说明书、质量证明文件、图纸等技术文件应齐全。

3.2.3 设备吊装和搬运应符合下列规定：

- 1 大型设备搬运前应核实设备质量和外形尺寸；
- 2 核实运输车辆的外形尺寸，设备搬运途中经过的路面、桥梁等承载及通行能力；
- 3 按箱、设备上的标识部位绑扎吊索并加衬垫物；
- 4 对刚度较差的设备，应采取防变形措施；
- 5 整体组装的汽缸模块、汽缸、转子、发电机定子、燃气轮机本体、轴瓦等设备或部件吊装应用专用工具；
- 6 碳钢吊索不应与奥氏体不锈钢材质的设备接触。

3.2.4 设备开箱检查应符合下列规定：

- 1 开箱检查不应损伤和损坏设备及零部件。
- 2 设备防腐涂料未清理前，不得转动和滑动，清理检查后应用原防腐涂料进行防腐处理。
- 3 有添加润滑剂等特殊要求的转动设备，开箱检查时不应盘动。
- 4 设备开箱检查后不安装时，箱体应重新封闭；露天放置的箱件，应采取有效防护措施。
- 5 装箱设备的配件及专用工具应成套保管。

3.2.5 设备安装前保管应符合《电力基本建设火电设备维护保管规程》DL/T 855 的规定。

3.2.6 设备保管人员应熟悉设备保管规程和汽轮发电机主设备的特殊保管要求，应按规定及要求检查存放情况，保持设备完好，做好保管记录。

3.2.7 设备和器材应分区、分类存放，标识清晰，并应符合下列规定：

1 存放区域应有明显的区界和消防通道，并具备可靠的消防设施和照明；

2 大件设备存放位置应按施工组织设计的要求合理布置；

3 设备应支垫稳固、可靠，存放场地排水应畅通，并应采取防撞、防冻、防潮、防尘和防倾倒等措施；

4 存放地点和货架应具备足够的承载能力；

5 海滨盐雾地区和含有腐蚀性的环境，应采取防锈蚀措施；

6 仪器、仪表及精密部件应按要求放置在保温库内；

7 管材、管件和部件应标识明确、分类存放，避免混淆；

8 充氮保护的设备，应定期检查记录氮气压力及设备密封情况，当压力低于 3.5kPa 时，应补充氮气；

9 气、油滤芯保管应采取防潮措施。

3.2.8 材料应有质量证明文件，核查中对材料质量有质疑时应复检。

3.2.9 外委和现场加工配制的成品或半成品，应按本部分有关规定检验合格。

3.2.10 安装就位的设备应采取成品保护措施；经试运行的设备，应根据制造厂技术要求制定并采取维护保养措施。

3.2.11 设备安装前，专业施工组织设计、施工方案、作业指导书及绿色施工专项措施等技术文件已审批。

3.2.12 施工前，专业技术人员应对施工人员进行技术交底。

3.2.13 汽轮发电机组的施工现场应满足下列条件：

- 1 临时放置设备和材料的场地应符合相应载荷要求;
- 2 施工地点环境温度宜在 5℃ 以上;
- 3 水、电、压缩空气等力能满足施工需求, 照明应充足;
- 4 基建施工场地和生产运行区域应有隔离设施并明显标识;
- 5 起重设备应具备使用条件;
- 6 安全设施设置应符合《电力建设安全工作规程 第 1 部分: 火力发电》DL 5009.1 的规定, 消防设施的设置、易燃易爆品的存放和使用应符合《电力设备典型消防规程》DL 5027 的规定;
- 7 具有通往设备存放场、组合场和安装场的运输通道。

3.2.14 建筑物的保护应符合下列规定:

- 1 不得随意变更或损坏建筑物结构;
- 2 不得在建筑物金属结构上随意施焊、切割;
- 3 不得随意在建筑混凝土结构上锤击、开孔, 不得凿开混凝土保护层在钢筋上焊接、切割。

3.2.15 设备安装前, 如发现有损坏或质量缺陷, 应及时通知有关单位共同检查确认并处理。

3.2.16 设备零部件和紧固件安装前应按《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438 和《火力发电厂高温紧固件技术导则》DL/T 439 的规定进行光谱、无损探伤、金相、硬度等检验, 检验结果应符合制造厂技术要求。

3.2.17 设备及部件的清理应符合下列规定:

- 1 设备及部件内部应清理干净并及时封闭;
- 2 设备精密加工面不应用铲刀、锉刀除锈, 不得用火焰除油;
- 3 用蒸汽吹扫的部件应及时去除水分;
- 4 清理轴颈和轴瓦时不得损伤其表面;
- 5 清理后的设备及零部件应分类存放, 并防止二次污染。

3.2.18 汽轮发电机组设备解体应符合下列规定:

- 1 设备解体、测量和检查应符合制造厂技术要求;
- 2 拆卸设备部套时应做好标记、使用专用工器具, 不得强行

拆装;

3 拆下的精密零部件应分别放置在专用零件箱内,零部件不得堆压,并妥善保管。

3.2.19 隐蔽工程的施工应符合下列规定:

1 进入隐蔽区域、设备内部清理和检查的人员,应穿无纽扣的专用工作服,鞋底无铁钉并擦拭干净;

2 隐蔽前,应指定专人检查,确认符合隐蔽条件并办理签证;

3 设备及管道的临时封闭设施应明显、牢固、可靠;

4 不应在已最终封闭的设备或管道上施焊、开孔、拆封。

3.3 试运前条件

3.3.1 汽轮发电机组试运前,现场应具备下列条件:

1 厂区场地平整,道路畅通;

2 试运范围内的施工临时设施已拆除并清理干净,现场沟道、孔洞盖板齐全,临时孔洞应装设护栏或盖板,平台的楼梯、通道、栏杆及护板应安装完毕;

3 消防器材配备满足试运要求,消防系统具备投用条件,事故排油系统具备使用条件;

4 机组试运范围内的各层地面施工完毕;

5 生活用上下水道畅通,卫生设施可正常使用;

6 厂房和厂区的排水系统、工业废水处理系统应正常投用;

7 照明系统应正常投用,事故照明系统完整、可靠并处于备用状态;

8 试运时室内温度宜在 5℃ 以上;

9 通信设备安装完毕,应正常投用;

10 与试运有关的空调系统应正常投用。

3.3.2 汽轮发电机组试运前应具备下列条件:

1 设备及系统安装完毕,并验收合格,安装技术记录齐全;

2 设备及管道的保温工作完成,管道支吊架调整完毕;

- 3 二次灌浆层达到设计强度;
- 4 水位计和油位计标识清晰、显示正确;
- 5 转动机械已按制造厂技术要求加润滑油、脂,油位正常;
- 6 工业水系统具备投用条件且冲洗洁净;
- 7 阀门应逐个检查并调整,全行程启闭(停)灵活、开度准确且无卡涩;

8 试运范围内的容器,已按制造厂技术要求和设计要求清理和冲洗;

9 试运设备和系统已挂牌并标识清晰,表计指示正确且在检定有效期内;

10 启动汽源应充足、稳定,温度压力应能符合轴封供汽、汽动给水泵、除氧器等用汽参数要求;

11 自动控制部分及精密部套的通风、空调装置应投用。

3.3.3 汽轮发电机组的分部试运措施已批准。

3.3.4 整套启动试运前,汽轮发电机组应完成下列工作:

- 1 汽水管道的吹扫和冲洗;
- 2 冷却水系统通水试验和冲洗;
- 3 真空系统严密性检查;
- 4 除氧器、热交换器、蒸发器、减压装置等检查调整;
- 5 各附属机械分部试运调整;
- 6 润滑、调节和密封油系统及净化装置试运调整,油质合格;
- 7 发电机整体气密性试验;
- 8 保安系统静态整定和试验;
- 9 顶轴装置和盘车装置调整试验;
- 10 校核转子晃度、轴向位移、膨胀指示器;
- 11 抽汽止回阀与传动装置的调整试验;
- 12 汽封系统调整试运行;
- 13 中间再热机组旁路系统调整试验;
- 14 抽真空试验;

15 低压缸喷水试验;

16 发电机氢气冷却系统、绕组冷却水系统的冲洗与调整。

3.3.5 整套启动试运前, 燃气轮发电机组应完成下列工作:

1 天然气调压站系统已置换为天然气, 天然气浓度、压力符合燃气轮机点火启动条件, 天然气过滤、计量、加热及调压装置已投用。

2 罩壳通风风道畅通, 风量达到设计要求, 罩壳巡检门关闭。

3 进气系统清洁畅通, 人孔门封闭; 进气过滤系统、反吹系统投用; 进气隔离挡板、入口可调导叶 (IGV) 及压气机防喘放气阀阀位正确、反馈准确、动作可靠。

4 排气系统清洁畅通, 人孔门封闭, 排气挡板开启。

5 气体消防报警系统投用, 消防气体触发装置解锁, 具备喷放条件。

6 清洗系统具备投用条件, 清洗水及清洗剂充足。

7 燃气轮机假点火试验完成, 点火器电源恢复, 具备投用条件。

4 汽轮机本体

4.1 一般规定

4.1.1 本章适用于汽轮机本体的台板、轴承座、轴承、汽缸、隔板、汽封、转子、盘车装置及连通管道等部件的施工。

4.1.2 汽轮机本体设备的吊装,除应符合第 3.2.3 条的规定外,还应符合下列规定:

- 1 起吊前应确认设备的总质量、重心位置及起吊绑扎点;
- 2 起吊时,设备的水平及扬度应符合制造厂技术要求。

4.1.3 汽轮机本体设备的现场保管,除应符合第 3.2.7 条的规定外,还应符合下列规定:

- 1 实施定置化管理;
- 2 大件设备应依据设计院提供的区域荷载分布图置放,确认符合荷载要求;
- 3 汽缸、转子、轴承、隔板、螺栓等部件应采取隔离、防尘、防腐及防磕碰等措施。

4.1.4 与汽缸连接的设备及管道不应产生额外附加应力。

4.2 本体基础

4.2.1 基础交付安装应具备下列条件:

- 1 基础几何尺寸、预留孔洞、预埋件应符合设计要求。
- 2 基础混凝土强度应达到设计强度的 70%以上。
- 3 基础沉降均匀、沉降量应符合规定。
- 4 基础防护栏杆、通道、孔洞及沟道盖板等安全设施应齐全。

5 基础表面应平整,无裂纹、无孔洞、无蜂窝、无麻面、无露筋等缺陷。

6 基础纵、横向中心线垂直度总偏差应不大于 2mm。

7 基础的混凝土承力面标高应符合设计要求。

8 地脚螺栓孔应清洁、畅通,无横筋。螺栓孔中心与基础中心线偏差应不大于 10mm。螺栓孔壁的垂直度偏差应不大于 $L/200$ (L 为预埋套管或地脚螺栓长度) 且不大于 10mm。螺栓孔与地脚螺栓垫板接触部位的混凝土表面应平整。

9 直埋式预埋地脚螺栓材质、型号应符合设计要求,螺栓中心与基础中心线偏差应不大于 2mm,标高允许偏差为 +5mm ~ +10mm。

10 纵销、横销、锚固板等预埋件材质应符合设计要求,且中心线和标高偏差应不大于 3mm。

11 预埋的主汽门、中压联合汽门支座的中心偏差应不大于 2mm,标高偏差应不大于 3mm,表面应平整。

12 悬臂梁的纵横中心线、断面、标高尺寸应符合设计要求。

13 基础预留的风道及油、水、气等管道的孔洞尺寸和位置应符合设计要求。

14 基础与平台间的隔振缝应无杂物。

15 管沟底部应平整,坡度、中心线、沟底标高、沟道断面几何尺寸应符合设计要求。

4.2.2 本体基础沉降应在下列阶段观测:

1 基础养护期满后,应首次测定并作为原始数据;

2 汽轮机汽缸、发电机定子就位前、后;

3 汽轮机和发电机二次灌浆前;

4 整套试运行前、后。

4.2.3 湿陷性黄土地质结构可增加沉降测量次数。

4.2.4 因基础沉降导致汽轮机找平、找正、找中心、径向间隙等

隔日测量数据有不规则的明显变化时，安装工作应暂停。

4.2.5 带弹性隔振装置的汽轮发电机基础，应按技术文件要求在下列阶段检查弹簧锁定状态：

- 1 基础养护期满后；
- 2 隔振弹簧释放前。

4.2.6 根据现场需要，弹性隔振基础可增加下列阶段弹簧锁定状态的检查：

- 1 发电机定子就位前；
- 2 发电机定子就位后；
- 3 全实缸状态找中心时；
- 4 低压缸与凝汽器焊接后。

4.2.7 汽轮发电机组本体转子联轴器连接前，应进行弹簧释放，弹簧释放高度应符合设计要求。无要求时，偏差应不大于 3mm。

4.3 台板与垫铁

4.3.1 垫铁的布置位置和荷载应符合制造厂技术要求。无要求时应符合下列规定：

- 1 应布置在负荷集中的部位；
- 2 应布置在台板地脚螺栓的两侧；
- 3 应布置在台板四角；
- 4 相邻垫铁间的水平距离宜为 300mm~700mm；
- 5 台板加强筋部位宜增设垫铁；
- 6 垫铁的静负荷应不大于 4MPa；
- 7 垫铁安装完毕，应按实际情况绘制垫铁布置图。

4.3.2 汽轮机台板就位前，应完成下列工作：

- 1 去除二次灌浆部位基础表面浮浆层，并凿出毛面，被油污染的混凝土应凿除；
- 2 安放垫铁处的基础表面应凿平，垫铁与基础应接触密实、四角无翘动；

3 需安放临时垫铁或调整用千斤顶的部位,基础表面应平整;

4 二次灌浆时无法设置模板的部位,应在基础内侧设置钢挡板,挡板不得影响汽缸及管道的膨胀。

4.3.3 基础与台板间的垫铁、垫块应符合下列规定:

1 垫铁应采用钢板、钢锻件加工;

2 斜垫铁的薄边厚度不应小于 10mm,斜度应为 $1/25 \sim 1/10$;

3 垫铁表面应平整、无毛刺,接触面四周边缘应有 45° 倒角,表面粗糙度值应不高于 $Ra\ 6.3$;

4 砂浆垫块施工应符合附录 A 的规定。

4.3.4 垫铁安装应符合下列规定:

1 每叠垫铁不宜超过 3 块,特殊情况下不得超过 5 块,其中只允许有一对斜垫铁。

2 两块斜垫铁的错开面积应不大于垫铁面积的 25%。

3 台板与垫铁及各层垫铁间应接触密实,用 0.05mm 塞尺检查,可塞入部位的长度不得大于边长的 $1/4$,塞入深度不得大于侧边长的 $1/4$ 。

4 预埋垫铁如图 4.3.4 所示,安装应符合下列规定:

1) 沿纵轴线预埋垫铁的标高和水平度应符合制造厂技术要求。无要求时,标高偏差应不大于 2mm,水平度应不大于 0.2mm/m。

2) 预埋垫铁厚度宜大于 20mm,垫铁纵向扬度应与轴系扬度一致。

3) 预埋垫铁底部距基础凿毛面的灌浆层厚度应为 20mm~50mm,灌浆材料应采用无收缩灌浆料,并制作同等条件下的试块,试块强度应符合设计要求。

5 垫铁安装完毕、基础二次灌浆前,各层垫铁侧面接缝处应点焊牢固。

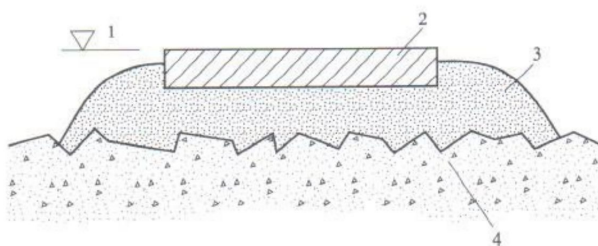


图 4.3.4 埋置垫铁示意

1—设定标高；2—预埋垫铁；3—无收缩灌浆料；4—基础凿毛面

4.3.5 基础与台板间采用可调固定器支撑时，应符合下列规定：

- 1 可调固定器应完好、无裂痕；
- 2 检查可调固定器接触状态，接触面积应大于 80%且分布均匀；
- 3 可调固定器布置应符合制造厂技术要求；
- 4 可调固定器定位前应处于可调范围的中间位置。

4.3.6 地脚螺栓检查应符合下列规定：

- 1 表面应无锈蚀、无油垢；
- 2 螺母与螺栓应配合良好；
- 3 地脚螺栓的长度、直径，垫圈、垫板中心孔等尺寸应符合制造厂技术要求。

4.3.7 地脚螺栓安装应符合下列规定：

- 1 螺栓与螺栓孔或螺栓套管内壁四周间隙应不小于 5mm。
- 2 螺栓垂直度偏差应不大于 5mm。
- 3 螺栓垫板应平整，与基础接触应密实。
- 4 螺栓拧紧后端部宜露出螺母 2 个~3 个螺距。
- 5 地脚螺栓应在汽缸最终定位后紧固，台板与轴承座、汽缸间的滑动面、垫铁及各层垫铁间用 0.05mm 塞尺检查应不入。地脚螺栓紧固时不应使汽缸的负荷分配值和中心位置发生变化。

6 螺栓最终紧固后应采取防松措施。

4.3.8 台板的检查、安装应符合下列规定：

1 台板安装位置与标高应符合设计要求。无要求时，应符合下列规定：

- 1) 螺栓孔中心线偏差应不大于 2mm；
- 2) 标高偏差应不大于 1mm；
- 3) 台板底面与基础混凝土表面的距离宜为 50mm～80mm。

2 台板、轴承座的滑动面应平整、光洁、无毛刺。

3 台板与轴承座、滑块、汽缸接触面应严密，用 0.05mm 塞尺检查应不入。铸造台板与轴承座或汽缸接触面积应大于全面积的 75%且分布均匀。

4 台板与地脚螺栓垫圈应接触密实。

5 滑动轴承座的台板就位时，应考虑运行状态下轴承座的最大膨胀量，轴承座滑动面不得伸出台板边缘。

6 台板与轴承座或汽缸接触面间的润滑油注油孔应畅通。

7 台板二次灌浆的通道及放气孔应畅通，台板与二次灌浆混凝土结合部位应无油漆、无污垢。

4.4 汽缸、轴承座及滑销系统

4.4.1 汽缸存放过程中，底面应加垫保护，安放平稳，防止变形，加工面及螺栓孔应采取保护措施，防止碰伤及锈蚀。

4.4.2 汽缸检查应符合下列规定：

1 外观检查前应除净防腐层，外表面不应有裂纹、夹渣、重皮、焊瘤、气孔、铸砂、损伤等缺陷。结合面、滑动承力面及法兰、洼窝等加工面应光洁、无锈蚀、无污垢，蒸汽室内应清理干净，无附着物。

2 汽缸垂直与水平结合面交叉部位填充密封涂料的沟槽应

清洁畅通。

3 汽缸与汽门连接法兰的密封面用涂色法检查,应整圈连续接触,接触宽度不应小于密封面宽度的 $2/3$ 。

4 汽缸排汽段与凝汽器或排汽短节的坡口尺寸应符合焊接规程的规定。采用法兰连接时,密封面应平整。

5 汽缸水平结合面螺栓与螺栓孔间的间隙,应不小于 0.50mm ,汽缸猫爪联系螺栓与螺栓孔间的间隙应符合制造厂技术要求。

6 汽缸疏水孔的数量、位置、孔径应符合制造厂技术要求,疏水孔及管道应畅通。

7 汽缸上的丝堵应齐全,并能可靠紧固并密封。多余的工艺孔洞应加装丝堵并密封焊接,丝堵及焊材应与汽缸材质相匹配,焊接工艺应符合制造厂技术要求。

8 汽缸自加热系统的蒸汽流道应清洁、畅通。

4.4.3 汽缸螺栓与螺母的检查、安装应符合下列规定:

1 螺栓、螺母、垫片等部件的材质检查应符合 3.2.16 的规定。

2 螺栓、螺母及汽缸栽丝孔的丝扣应光滑、无毛刺,螺栓与螺母的配合应良好,高、中压缸配套的螺栓、螺母、垫片应有钢印标识。

3 丝扣部位应按制造厂技术要求涂抹润滑剂,并采取防碰撞和锈蚀措施。

4 螺母、垫圈、汽缸间的接合面应接触良好。

5 螺栓丝扣应低于汽缸法兰平面,栽丝螺栓与法兰平面的垂直度应符合制造厂技术要求。

6 螺母拧紧后,螺栓末端宜露出螺母 2 个~3 个螺距;罩形螺母冷紧后螺栓顶部应有 2 个以上螺距的间隙;带有锥度的螺栓安装应符合制造厂技术要求。

4.4.4 滑销系统检查、安装应符合下列规定:

1 滑销、销槽、锚固板的滑动配合面应无损伤、无毛刺，与设备的配合状态应符合制造厂技术要求。

2 用内、外径千分尺沿滑动方向取三点分别测量滑销与销槽的尺寸，三点测得的尺寸差值应不大于 0.02mm，滑销与销槽间隙应符合制造厂技术要求。

3 滑销固定应牢固，直接镶嵌时应有紧力，螺栓固定时应有防松措施，螺栓端部应低于滑销表面；内外缸水平结合面上的横销应在轴向位置确定后镶配。

4 滑销试装后应滑动自如。同一台板上直线布置两个滑销时，应取横向相对位移实测值作为间隙值。

5 滑销的承力面、滑动面应接触良好。滑销的定位销应光滑无毛刺，与销孔紧配，销孔内应无错口。

6 滑销间隙过大时，不得用敛挤的方法调整滑销间隙。

7 汽缸、轴承座与台板联系螺栓拧紧后，垫片间隙应符合制造厂技术要求。

8 轴承座滑动面采用滑块结构时，研刮后应按制造厂技术要求拆除滑块螺钉。

9 汽缸推拉装置垫片厚度应在汽缸定位后确定，按推拉装置与汽缸间的四角实测间隙值预留 0.02mm~0.03mm 装配间隙配制，垫片安装时应无卡涩。

10 轴承座与汽缸间定中心梁冷态预偏装量应符合制造厂技术要求，定位销与定位套筒直径间隙应不大于 0.02mm，定位套筒与定中心梁安装孔直径间隙应不大于 0.02mm。

4.4.5 施工过程中汽缸结合面应采取有效保护措施。

4.4.6 汽缸组合应符合下列规定：

1 汽缸组合前应进行无涂料试装，各结合面外观检查应符合 4.4.2 的规定。

2 汽缸结合面间隙检查应符合表 4.4.6 的规定，并做记录。

表 4.4.6 汽缸结合面间隙检查

检查方法	结合面间隙		
	高压缸水平结合面	中压缸垂直、水平结合面	低压缸垂直、水平结合面
按冷紧要求紧固 1/3 螺栓数量，用塞尺检查应达到的要求	0.03mm 塞尺自内外两侧检查应不入	0.05mm 塞尺自内外两侧检查应不入	0.05mm 塞尺检查不得贯通，在汽缸法兰同一断面处，从内外两侧塞入深度总和不得超过汽缸法兰宽度的 1/3

3 分段组合的汽缸，水平结合部位的错位量、垂直分段的同心度的偏差值应符合制造厂技术要求。

4 汽缸结合面涂料应符合制造厂技术要求。无要求时，可参见附录 B 选用。

5 汽缸组合完成后，垂直结合面的螺母应在汽缸就位前锁紧并采取防松措施。

6 采用密封焊接的结合面焊接时应采取防变形措施。

4.4.7 无台板支撑的低压外缸组合、焊接应符合下列规定：

- 1 低压内缸推拉装置已安装；
- 2 汽缸前、后端板就位时应安装临时支撑，前、后端板的中心及标高调整完成后再进行侧板找正；
- 3 焊接前测量低压外缸的中心、对角线偏差应符合制造厂技术要求；
- 4 汽缸焊接时应采取控制汽缸变形的措施；
- 5 汽缸组合、焊接后，对角线及端板、侧板平行度偏差应不大于 10mm。

4.4.8 轴承座检查应符合下列规定：

- 1 轴承座油室及油路应清洁、畅通，内表面无溶于汽轮机油的油漆；
- 2 轴承座水平结合面螺栓紧固后，用 0.05mm 塞尺检查应不入；

- 3 压力油油孔四周结合面用涂色法检查,应连续接触无间断;
- 4 轴承座进出油管法兰栽丝孔不得穿透轴承座壳体;
- 5 轴承座油室应做灌油试验,灌油前轴承座内外应清理干净,灌油高度应不低于回油管的外口上沿,灌油 24h 后检查应无渗漏;
- 6 穿透轴承座壳体的热工仪表接线应采取防渗油措施。

4.4.9 汽缸和轴承座的安装应符合下列规定:

- 1 汽缸与轴承座的纵横中心线与基础纵横中心线偏差应不大于 1mm;
- 2 汽缸就位后无法安装的管道及部件应在汽缸就位前安装;
- 3 汽缸安装后,各部件与基础间的间隙应满足机组膨胀及保温的要求;
- 4 底部装有油管的轴承座,就位前应对管道焊缝进行无损检测,轴承座就位后各油管垂直段与套管的间隙应满足机组膨胀要求;
- 5 轴承座中分面标高偏差应不大于 1mm;
- 6 汽缸中分面的标高偏差应不大于 5mm;
- 7 汽缸和轴承座横向水平偏差应不大于 0.20mm/m,纵向水平应与转子扬度方向一致,数据接近;
- 8 当汽缸水平与负荷分配不能兼顾时,应由制造厂确认;
- 9 安装过程中应采取防止尘土或杂物进入轴承座各滑动面和滑动面油槽的措施;
- 10 汽缸和轴承座安装定位后,检查各垫铁受力应均匀,并紧固地脚螺栓;
- 11 无台板支撑的轴承座地脚螺栓紧固顺序和力矩应符合制造厂技术要求。

4.4.10 汽缸负荷分配应符合下列规定:

- 1 采用测力计法时,应按制造厂技术要求进行;测力计使用前应经校验合格,汽缸中心线两侧对称位置的负荷差应不大于两侧平均负荷的 5%。
- 2 采用猫爪垂弧法时,应在全实缸、紧 1/3 螺栓且中分面间

隙符合制造厂技术要求的状态下进行,左右对称位置猫爪垂弧偏差应不大于 0.10mm。

3 采用猫爪抬差法时,应按制造厂技术要求,在合实缸的状态下前后猫爪分别进行。

4 负荷分配时应检查猫爪横销的承力面、滑动面和台板的滑动面接触状态,用 0.05mm 塞尺检查应不入。特殊情况下,允许在猫爪横销不滑动的接触面间加一层整张的钢质调整垫片,厚度应不小于 0.10mm。

5 汽缸水平、扬度的测量位置应符合制造厂技术要求,并记录。汽缸上的测量位置宜做永久标识。

6 用前猫爪和两侧台板支持的汽缸,负荷分配可根据汽缸水平及猫爪垂弧调整,负荷及水平应符合制造厂技术要求。

4.4.11 汽缸大气安全阀安装应符合制造厂技术要求。

4.4.12 汽缸膨胀指示器安装应牢固、可靠,指示范围应符合汽缸膨胀量要求。汽轮机首次启动前,应将指示器的指示调至零位并做标记。

4.5 轴承和油挡

4.5.1 支持轴承检查应符合下列规定:

- 1 轴承各部件应做钢印标记。
- 2 轴瓦乌金表面应无夹渣、气孔、凹坑、裂纹等缺陷。
- 3 轴瓦应按《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438 和《汽轮发电机合金轴瓦超声波检测》DL/T 297 的规定进行超声波探伤检测,确认无脱胎或其他缺陷。
- 4 楔形油隙和顶轴油囊几何尺寸应符合制造厂技术要求。
- 5 轴承水平结合面用 0.05mm 塞尺检查应不入。
- 6 瓦座与轴承体接触面用 0.03mm 塞尺检查应不入,垫块进油孔四周与瓦座应整圈连续接触。
- 7 轴瓦球面与球面座的结合面应光滑、无毛刺,接触状态应

符合制造厂技术要求。无要求时,接触面积应大于整个球面的 75% 且分布均匀,接口处用 0.03mm 塞尺检查应不入。

8 球面瓦、球面座组合后应无错口。

9 轴瓦进油孔应清洁、通畅,并与轴承座进油孔对正。进油孔带有节流孔板时,节流孔直径应符合制造厂技术要求并记录。孔板厚度不得妨碍垫块与洼窝的接触。

10 埋入轴瓦的热工测点位置应符合制造厂技术要求,且接线牢固。

4.5.2 带垫块的轴瓦或瓦套如图 4.5.2 所示,安装应符合下列规定:

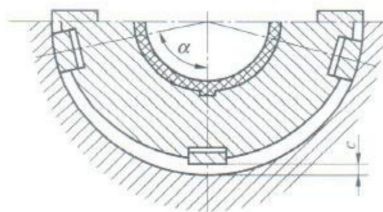


图 4.5.2 下瓦垫块间隙示意

1 两侧垫块的中心线与垂线间的夹角 α 接近 90° 时,自由状态下,三处垫块与其洼窝应接触良好,0.05mm 塞尺检查应不入。

2 两侧垫块的中心线与垂线的夹角 α 小于 90° 时,自由状态下,两侧垫块应无间隙,下侧垫块与其洼窝的接触处应有 0.03mm~0.05mm 的间隙;转子就位后,三处垫块与其洼窝应接触良好,0.03mm 塞尺检查应不入。

3 轴瓦垫块的调整垫片应采用整张不锈钢垫片,每块垫块的垫片应平整、无毛刺和卷边,且不应超过三层,垫片应略小于垫块外形尺寸。垫片上的螺栓孔或油孔的孔径应略大于垫块孔径且应对正。

4 涂色法检查下瓦垫块与轴承洼窝或下瓦垫块与轴承座洼窝接触状态,接触面积应大于垫块面积的 75% 且接触点分布均匀。

4.5.3 支持轴承的轴瓦间隙应符合制造厂技术要求。无要求时，应符合下列规定：

1 圆筒形轴瓦的顶部间隙为轴颈直径的 $1.5/1\ 000 \sim 2/1\ 000$ ，两侧间隙各为顶部间隙的一半。

2 椭圆形轴瓦的顶部间隙为轴颈直径的 $1/1\ 000 \sim 1.5/1\ 000$ ，两侧间隙各为轴颈直径的 $1.5/1\ 000 \sim 2/1\ 000$ ；顶部间隙轴向测量值前后偏差应不大于 0.02mm 。

3 间隙测量可采用下列方法：

1) 顶部间隙用压熔丝法测量时，熔丝直径应为测量间隙值的 1.5 倍，轴瓦的水平结合面紧螺栓后应无间隙。连续测量两次以上取数值的平均值。

2) 椭圆形轴瓦和圆筒形轴瓦的顶部间隙可用测量转子外径和轴瓦内径，通过差减法得出。

3) 两侧间隙用塞尺检查阻油边处为准，插入深度为 $15\text{mm} \sim 20\text{mm}$ ，瓦口处的楔形油隙应过渡均匀。

4.5.4 椭圆或圆筒瓦轴承，转子轴颈与乌金的接触角度宜为 $30^\circ \sim 45^\circ$ ，接触面积应大于下瓦全长接触面的 75%，无偏斜并分布均匀。

4.5.5 顶轴油囊深度和油囊面积应符合制造厂技术要求。无要求时，油囊深度应为 $0.20\text{mm} \sim 0.40\text{mm}$ ，油囊面积应为轴颈投影面积的 $1.5\% \sim 2.5\%$ ，油囊四周与轴颈应接触严密，顶轴油通道应清洁、畅通。

4.5.6 可倾瓦安装应符合下列规定：

1 可倾瓦厚度偏差应符合制造厂技术要求。

2 可倾瓦间隙应符合制造厂技术要求。无要求时，轴径大于 400mm ，轴瓦间隙宜为轴径的 $1.5/1\ 000 \sim 2.0/1\ 000$ ；轴径小于 400mm ，轴瓦间隙宜为轴径的 $1.3/1\ 000 \sim 2.0/1000$ 。

3 四瓦块可倾瓦轴瓦顶部间隙如图 4.5.6-1 所示，可用深度千分尺测量；六瓦块可倾瓦，轴瓦顶部间隙如图 4.5.6-2 所示，可用压熔丝法测量。

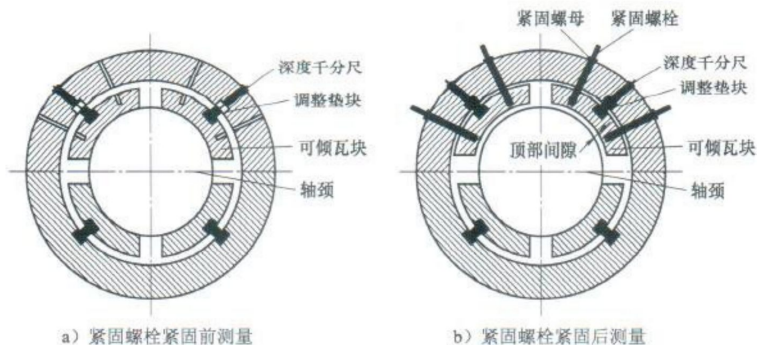


图 4.5.6-1 四瓦块可倾瓦轴瓦顶部间隙测量示意

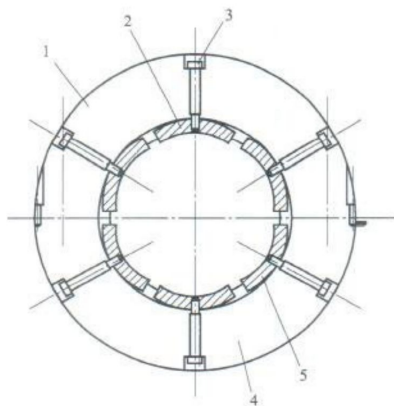


图 4.5.6-2 六瓦块可倾瓦轴瓦顶部示意

1—瓦套上半；2—上半瓦块；3—瓦块悬挂螺钉；4—瓦套下半；5—下半瓦块

4.5.7 推力轴承安装前检查应符合下列规定：

- 1 推力瓦块检查应符合 4.5.1 第 2 款、第 3 款的规定。
- 2 推力瓦块应逐个编号、测量，厚度偏差应不大于 0.02mm。
- 3 推力瓦温度测点位置应符合制造厂技术要求，接线应牢固。
- 4 推力轴承定位环表面应光滑，沿周长各点厚度偏差应不大于 0.02mm。

- 5 推力轴承定位环安装，宜用铜棒轻轻打入。

6 推力轴承底部支持弹簧应无卡涩；转子放进后，水平结合面纵向扬度应保持不变。

4.5.8 推力瓦接触检查及推力间隙测量应符合下列规定：

1 推力瓦块的接触面应在上下推力瓦安装完成后盘动转子检查。每个推力瓦块接触面积应大于瓦块总面积（不含油楔面积）的 75% 且分布均匀。

2 检查半环形推力瓦乌金接触状态时，应检查进出油楔的坡度及倒角，球面座的接触及各装配间隙应符合图 4.5.8-1 所示的规定。

3 推力间隙调整应符合制造厂技术要求。

4 测量推力间隙时，推力瓦所有部件应安装完成。根据推力瓦结构，宜采用沿轴向往复顶动转子或推力瓦的方法测量推力间隙。

5 推力间隙测量应连续进行两次，两次间隙测量值偏差应不大于 0.03mm，推力间隙应符合制造厂技术要求。

6 金斯伯里推力轴承，如图 4.5.8-2 和图 4.5.8-3 所示，可通过推力轴承调整机构移动推力瓦外套测量推力间隙。

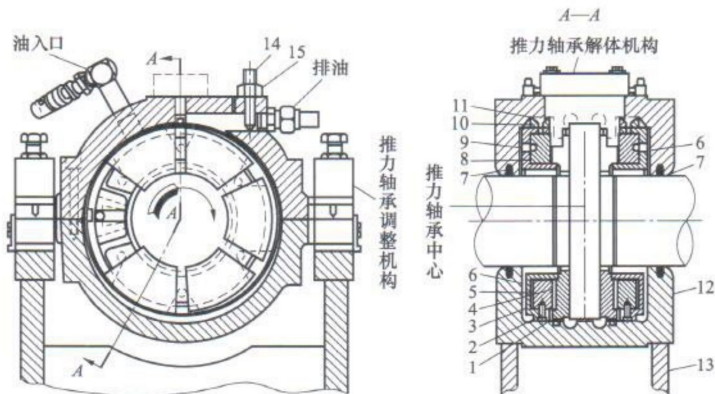


图 4.5.8-1 推力轴承调整机构详图

1—推力瓦块；2—调整块固定螺栓；3—下部调整块；4—支持块；5—支持环；

6—外壳衬板；7—油封环；8—调整块；9—调整块销子；10—防转键；

11—防转键固定螺栓；12—外壳；13—轴承座；14—节流孔螺栓；15—螺母

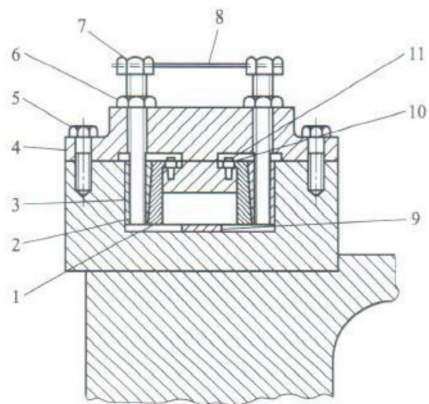


图 4.5.8-2 金斯伯里推力轴承

1—固定楔块；2、9—调整垫片；3—可调楔块；4—调整螺栓支座压板；5、11—六角螺栓；
6—调整螺栓拼帽；7—调整螺栓；8—销紧钢丝；10—弹簧垫圈

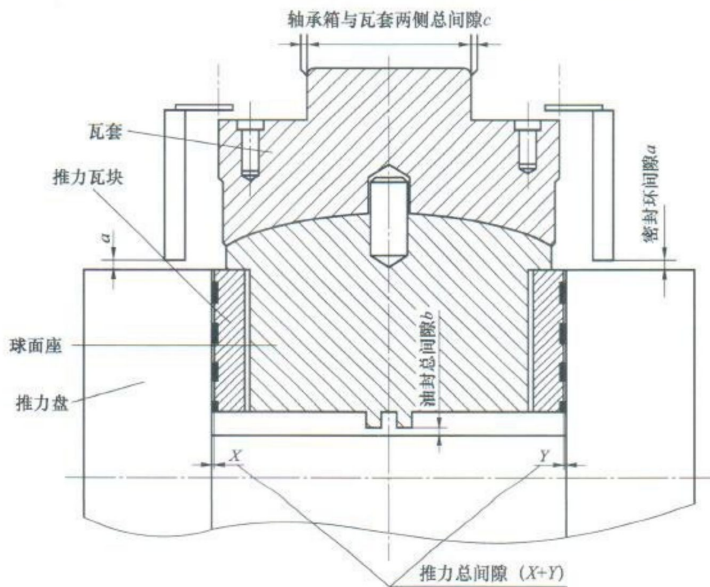


图 4.5.8-3 双楔面、小岛型球座式推力轴承

4.5.9 转子轴颈两端有凸缘时，凸缘与轴承端面间轴向间隙应符合制造厂技术要求。

4.5.10 油挡安装应符合下列规定：

- 1 油挡应固定牢固、无错口，中分面间隙应不大于 0.10mm；
- 2 齿尖厚度宜为 0.10mm~0.20mm，油挡排油孔应畅通并排向油室；
- 3 轴瓦和轴承座上的油挡间隙，应符合制造厂技术要求。

4.5.11 轴瓦的锁饼、制动销、温度测量装置应与轴瓦保持适当的间隙，锁饼、制动销应能制锁但不卡死，锁饼上平面应低于轴瓦水平结合面。

4.5.12 轴瓦紧力应符合制造厂技术要求。无要求时，应符合下列规定：

- 1 圆柱形轴瓦紧力值宜为 0.05mm~0.15mm，球形轴瓦紧力值宜为 0.00mm~0.03mm；
- 2 轴瓦紧力的测量可采用压熔丝法，并不得与轴瓦间隙测量同时进行。

4.5.13 轴承盖安装应符合下列规定：

- 1 轴承座内部清洁无杂物、零部件安装齐全、间隙符合制造厂技术要求、螺栓紧固，经汽轮机与热控专业相关人员共同检查，并做隐蔽签证；

- 2 轴承座水平结合面、油挡与轴承座垂直结合面应涂耐油密封涂料。

4.5.14 合实缸状态拆卸下瓦时，汽轮机转子抬升值应不大于上部汽封最小径向间隙值。下瓦拆卸不得在转子两端同时进行。

4.6 整体组装的汽缸模块

4.6.1 整体组装的汽缸模块检查应符合下列规定：

- 1 汽缸检查应符合 4.4.2 的有关规定，转子检查应符合 4.7.1 的有关规定，轴瓦检查应符合 4.5.1、4.5.7 的规定；

2 根据制造厂技术要求,检查汽缸前后轴封处的径向间隙、汽缸前后缸体基准面与转子相应凸肩之间的定位距离,应与制造厂总装记录一致。

4.6.2 整体组装汽缸模块就位应具备下列条件:

- 1 轴承座已定位,轴承座需灌浆时,强度应达到设计要求;
- 2 猫爪调整垫片已安装并符合制造厂技术要求;
- 3 下半轴瓦等影响汽缸就位的部件已拆除;
- 4 汽缸就位后无法安装的轴封、抽汽等管道已安装完成。

4.6.3 整体组装汽缸的轴瓦安装除应符合 4.5 的相关规定外,还应符合下列规定:

- 1 下半轴瓦安装过程中,汽缸顶起高度应符合制造厂技术要求;
- 2 单支持轴承的转子应使用转子抬轴装置。

4.6.4 汽缸模块就位后应拆除运输环,并测量汽缸与转子相对位置符合制造厂技术要求。

4.6.5 汽缸与转子相对位置调整后,应配置滑销系统及猫爪调整垫片。

4.6.6 汽缸负荷分配应符合制造厂技术要求。无要求时,应符合 4.4.10 的规定。

4.6.7 整体组装汽缸模块碰缸试验应具备下列条件:

- 1 汽缸负荷分配已完成;
- 2 联轴器连接已完成;
- 3 顶轴油系统投用,推力轴承安装,具备手动盘转子条件;
- 4 汽缸与转子轴向、径向已定位;
- 5 碰缸试验前,拆除相应方向的定位键。

4.6.8 整体组装汽缸模块径向碰缸试验应符合制造厂技术要求。无要求时,应符合下列规定:

- 1 盘动转子,高、中压缸通过移动汽缸,低压缸通过移动内缸,按上下左右四个方向,测量汽封最小径向间隙;

- 2 间隙测量应以转子与汽缸汽封接触为准;
- 3 汽轮机侧和电机侧碰缸试验应分别进行;
- 4 试验完成后应根据制造厂技术要求, 调整汽缸最终径向位置;

5 汽缸定位后应复测端部汽封径向间隙并记录。

4.6.9 整体组装汽缸模块轴向碰缸试验应符合制造厂技术要求, 无要求时, 应符合下列规定:

1 高、中压缸轴向碰缸试验应分别向前、后推动转子, 测量转子与汽缸的相对位移量。低压内缸轴向碰缸试验, 应盘动转子, 分别向前、后移动汽缸, 测量内缸的位移量。

2 测量试验应以转子与汽缸轴向动静接触为准。

3 试验完成后应根据制造厂技术要求, 调整汽缸的最终轴向位置。

4 汽缸定位后应测量汽缸与转子的相对定位外引值并做记录。

4.6.10 碰缸试验完成后应配置各滑销系统调整垫片。

4.7 汽轮机转子

4.7.1 转子检查应符合下列规定:

- 1 转子各部位应无油脂、无油漆、无锈迹;
- 2 转子各部位应无裂纹、无损伤, 轴颈、推力盘、齿轮、联轴器等应光洁、无毛刺, 平衡块、中心孔堵板及其他零件应锁紧;
- 3 叶轮相邻的套装轮毂间的缝隙内应清洁、无杂物;
- 4 轴颈椭圆度、不柱度应不大于 0.02mm;
- 5 转子弯曲度应符合制造厂技术要求, 无要求时应不大于 0.03mm;
- 6 推力盘端面瓢偏应不大于 0.02mm, 晃度应不大于 0.03mm;
- 7 转子轴向位移及胀差的检测部位应无损伤、无凹凸不平;
- 8 转子叶片及复环应无损伤, 镶装平整;
- 9 镶装在轴上的汽封齿应牢固, 无歪斜、无损伤;

10 转子硬度检验应符合《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438 的规定。

4.7.2 联轴器检查应符合下列规定：

- 1 联轴器上的键、锁紧螺钉、螺母等部件应锁紧可靠。
- 2 联轴器螺栓、螺母、联轴套应有钢印标记。
- 3 联轴器端面应光洁、无毛刺。
- 4 刚性联轴器端面瓢偏应不大于 0.02mm，外圆晃度应不大于 0.02mm；半刚性及带接长轴的联轴器端面瓢偏应不大于 0.03mm，外圆晃度应符合制造厂技术要求。
- 5 联轴器端面止口内、外圆的晃度应不大于 0.02mm，且两转子联轴器止口配合尺寸应符合制造厂技术要求。
- 6 联轴器波形管内应清洁、无杂物，泄油孔通畅。
- 7 蛇形弹簧式、爪式或齿式联轴器组装后，各部件之间应有间隙，以符合弹簧活动量和两半联轴器的相对运动的要求。
- 8 齿式联轴器的齿侧间隙宜为 0.10mm~0.20mm。
- 9 挠性联轴器阻止转子轴向窜动装置的间隙应符合制造厂技术要求。
- 10 联轴器润滑油孔应清洁、畅通。

4.7.3 转子吊装应符合下列规定：

- 1 吊点位置应符合制造厂技术要求，轴颈处不得作为吊点；
- 2 吊装时，转子水平值应符合制造厂技术要求。

4.7.4 汽轮机转子定位基准点、轴颈扬度应符合制造厂技术要求。

4.7.5 汽缸按转子找中心应符合下列规定：

- 1 洼窝找中测量位置应符合制造厂技术要求。无要求时，应在汽封洼窝或油挡洼窝位置测量，测量部位应光洁，每次测量应在同一位置并做标记。
- 2 轴承检查、安装应符合 4.5 的有关规定，盘动转子后中心不发生径向变化。
- 3 盘动转子时应装设临时的止推装置和防止轴瓦转动的

装置。

4 盘动转子前应检查动、静部分之间无杂物。盘动转子时不得损伤转子、汽缸和轴承座。

5 汽缸与转子的中心偏差应符合制造厂技术要求，并做记录。

4.7.6 汽缸与转子中心找正后，各有关部件应符合下列规定：

1 汽缸负荷分配值应符合制造厂技术要求，其数值及汽缸水平应做记录；

2 下瓦乌金与转子轴径、轴瓦垫块与洼窝接触状态应符合 4.5 的有关规定；

3 台板与轴承座、台板与汽缸、猫爪承力面与汽缸等处的接触面，应符合 4.3、4.4 的有关规定；

4 滑销间隙调整合格并固定；

5 汽轮机转子联轴器找中心完成，并做记录；

6 与转子相连接的主油泵、蜗轮组、减速齿轮等装置找中心应在轴系最终定位前完成。

4.7.7 汽轮机轴系转子联轴器中心允许偏差应符合制造厂技术要求。无要求时，应符合表 4.7.7 的规定。

表 4.7.7 轴系转子联轴器中心允许偏差 (mm)

联轴器类型	允 许 偏 差	
	圆 周	端 面
刚性与刚性	0.04	0.02
刚性与半挠性	0.05	0.04
蛇形弹簧式	0.08	0.06
齿式或爪式	0.10	0.05

4.7.8 轴系转子按联轴器找中心应符合下列规定：

1 两转子联轴器端面的相对位置应按制造厂的标记对正；无标记时，两端面瓢偏值应互补。

2 基准转子的轴颈扬度应保持不变。

3 汽缸与台板、轴承座与台板、垫铁与台板、垫铁与垫铁之

间用 0.05mm 塞尺检查应不入。

4 联轴器端面间隙可采用量块或塞尺测量,测量时量块或塞尺的总层数不宜超过四层。

5 联轴器找中心工具应有足够的刚度,安装应牢固、可靠。使用百分表时,表架应稳固,转子盘动一周返回初始位置后,圆周方向的百分表读数应能回到原值。

6 联轴器找中心,两转子应同时旋转;测量时,两转子应处于自由状态,不应刚性连接;每隔 90°测量一次,测量位置应保持不变。

7 转子利用假瓦支承找中心时,联轴器连接并拆除假瓦后,联轴器处的洼窝中心值应不变。

8 弹性支撑的凝汽器,储水量应符合制造厂技术要求。

4.7.9 轴系转子联轴器连接前,联轴器中心应复测合格,二次灌浆的混凝土强度应达到设计强度的 70%以上。

4.7.10 刚性或半挠性联轴器连接时,应符合下列规定:

- 1 铰孔或镗孔前,联轴器中心应复测合格;
- 2 两个联轴器应按找中心时的相对位置对正;
- 3 在铰孔或镗孔的过程中,不得进行影响轴系中心变化的工作;

4 铰、铰的螺栓孔应与联轴器的法兰端面垂直,螺栓与螺孔的配合间隙应符合制造厂技术文件要求;

5 联轴器螺栓与螺母在安装前应逐个称重,在联轴器直径方向对称的两个螺栓及螺母的总质量差应小于 10 g,孔径不一致时应做质量差补偿,并标识和记录;

6 联轴器螺栓的紧固力矩、伸长量应符合制造厂技术要求;

7 联轴器连接前后的圆周晃动变化值应不大于 0.02mm;

8 最终连接后联轴器、螺栓与螺孔应做对应的钢印标记。

4.7.11 两个转子的联轴器间有调整垫片的,铰孔或镗孔工作除应符合第 4.7.10 条的规定外,还应符合下列规定:

1 垫片厚度为转子定位时两联轴器间左右实测间隙的平均值, 加工偏差应不大于 0.02mm, 表面粗糙度值应不大于 $Ra3.2$, 并应无毛刺、无裂纹、无油污;

2 联轴器铰孔时, 垫片已安装完成。

4.7.12 使用桥规测量、记录轴颈高度时, 应符合下列规定:

- 1 桥规与轴颈的间隙宜为 0.50mm;
- 2 桥规放置位置应在轴承座中分面上进行标记;
- 3 桥规与轴承座的平面接触应良好;
- 4 桥规的编号、方向、轴颈高度值应做记录。

4.8 通流部分设备安装

4.8.1 喷嘴检查与安装应符合下列规定:

- 1 喷嘴外观检查应无裂纹、无铸砂、无焊瘤、无油污。
- 2 喷嘴组与喷嘴槽或蒸汽室的结合面检查应符合下列规定:
 - 1) 应用涂色法检查, 接触面积应大于 75%;
 - 2) 密封面无贯通缺陷;
 - 3) 散装喷嘴间的结合面、喷嘴组两端面定位键与定位销的间隙应不大于 0.04mm。
 - 4) 组装好的喷嘴或喷嘴组应无松动, 喷嘴组出汽侧端面应平齐。

3 紧固喷嘴使用的单头螺栓紧固后, 螺栓丝杆端部应与栽丝孔底部留有不小于 1.00mm 的间隙, 螺栓紧固力矩与伸长量应符合制造厂技术要求, 并做记录, 螺栓与销钉应在扣大盖前点焊或铆固。

4 喷嘴安装时各结合面应均匀涂擦耐高温防咬剂。

4.8.2 静叶持环、隔板和隔板套检查应符合下列规定:

1 静叶持环、隔板和隔板套应无损伤、无油漆、无锈污, 接触面应露出金属光泽。

2 静叶片外观检查不应有裂纹、铸砂、焊瘤、松动等缺陷,

边缘应平整,无卷曲、无凸出。空心静叶片上应有孔洞。

3 阻汽片应完整无短缺、无卷曲,边缘应尖薄。

4 隔板和隔板套的水平结合面间隙应符合下列规定:

1) 高、中压隔板,隔板套自由状态时应不大于 0.05mm,螺栓紧固后间隙应小于 0.03mm;

2) 低压隔板、隔板套自由状态时应不大于 0.10mm,螺栓紧固后间隙应不大于 0.05mm;

3) 铸钢隔板自由状态时应不大于 0.05mm。

5 定位上下两半隔板、隔板套的键销和相对应槽孔的配合间隙应符合制造厂技术要求。

6 测量隔板与隔板套、隔板与汽缸、隔板套与汽缸的径向膨胀间隙应符合制造厂技术要求。

7 隔板、隔板套挂耳间隙应符合制造厂技术要求,挂耳垫片应接触密实,不应超过三片。

8 下隔板、隔板套如设有疏水孔,疏水孔应畅通。

9 静叶环、隔板、隔板套、汽封套、汽封块等应按汽轮机本体部件编号做出钢印标记,并标明安装位置。

10 隔板、隔板套、静叶持环、平衡活塞的汽封套、轴封套的轴向窜量应符合制造厂技术要求;无要求时,高、中压缸宜为 0.15mm~0.25mm,低压缸宜为 0.40mm~0.50mm。

4.8.3 隔板或静叶持环找中心应符合下列规定:

1 找中心测量器具相对转子与洼窝的中心位置偏差应不大于 0.05mm。

2 用假轴找中心时,假轴与支撑座应配合严密,洼窝测量部件应安装牢固,测量时假轴不得有横向位移和轴向窜动,测量时应计算并修正假轴与转子的垂弧差。

3 拉钢丝找中心,宜采用贯通高、中、低压各轴承洼窝中心的长钢丝为基准线,并以此为准,确定各油挡、汽封及隔板洼窝的中心位置。

4 采用钢丝找中心时, 钢丝的固定装置对钢丝紧力和位置应能微调, 所用钢丝直径不宜超过 0.40mm, 钢丝的拉力宜为破坏应力的 3/4, 测量时应应对钢丝垂弧进行修正, 见附录 E。

5 隔板或静叶持环找中心以下隔板或静叶持环汽封洼窝为准。

6 半实缸状态找中心应按制造厂技术要求修正至全实缸状态值。

7 镶装式隔板找中心时, 应测量出每块隔板的洼窝中心值, 并做记录。

8 隔板洼窝中心偏差应符合制造厂技术要求。无要求时, 高、中压缸左右偏差应不大于 0.05mm, 低压缸应不大于 0.08mm; 隔板洼窝中心的上下偏差应不大于 0.05mm, 中心允许偏下。

9 悬挂结构隔板左右偏差在 0.30mm 以内时, 可用调挂耳垫片厚度的方法进行调整。

10 隔板洼窝中心有偏装要求的, 中心偏差应符合制造厂技术要求。

4.8.4 回转隔板的检查和安装除执行 4.8.2 和 4.8.3 的规定外, 还应符合下列规定:

- 1 动静部分的结合面用 0.05mm 塞尺检查应不入;
- 2 回转隔板组装完毕应锁紧紧固螺栓;
- 3 汽轮机扣大盖前回转隔板应进行动作试验, 隔板转动应灵活, 全开和全关位置应在缸外做标记;
- 4 全开和全关位置与油动机行程指示相对应。

4.8.5 汽封套检查应符合下列规定:

- 1 外观检查应无缺陷、无油污;
- 2 汽封套的水平、垂直结合面的销钉应配合紧密;
- 3 汽封套的水平结合面、汽封套与汽缸的垂直结合面应接触严密, 在螺栓紧固的状态下, 用 0.05mm 塞尺检查应不入;
- 4 汽封套的疏水孔应畅通;
- 5 汽封套与洼窝的配合应符合制造厂技术要求。

4.8.6 带弹簧的汽封块在槽内不得卡涩, 压入后能自动弹回。

4.8.7 双流汽缸中部分流环的安装应符合下列规定:

- 1 分流环的各部组装间隙应符合制造厂技术要求并做记录;
- 2 分流环安装方向应符合制造厂技术要求, 并应有位置标记;
- 3 分流环与隔板的连接螺栓、螺母应涂耐高温防咬剂, 螺栓紧固后应采取防松措施。

4.8.8 汽封间隙的测量应符合下列规定:

- 1 汽封齿间隙应逐个测量并记录。
- 2 汽封轴向间隙, 首次测量宜为机头侧危急遮断器飞锤向上, 再次测量应顺转子运行方向旋转 90° , 用楔形塞尺分别进行测量。
- 3 汽封径向间隙测量时, 应将汽封块临时固定。左右侧间隙应用塞尺测量, 上下间隙可用贴橡皮膏、压熔丝等方法测量。
- 4 汽封径向及轴向间隙应符合制造厂技术要求。

4.8.9 汽封径向间隙调整应符合下列规定:

- 1 带有调整垫片的汽封块, 汽封间隙可用垫片厚度调整, 调整完后应紧固螺钉并采取防松措施。
- 2 汽封块退让间隙应符合制造厂技术要求。
- 3 汽封间隙调整结束后, 相邻两个弧段端部的接触面应密实。整圈汽封块的膨胀间隙应符合制造厂技术要求; 无要求时宜为 $0.20\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ 。

4.8.10 可调式汽封安装应符合下列规定:

- 1 汽封槽道和汽封弧块的毛刺、刀痕、氧化皮应清理干净、打磨光滑, 用涂色法检查密封面应接触良好, 汽封弧块在 T 形槽内应活动自如。
- 2 检查汽封块在汽封槽道内的退让间隙和汽封块端面预留间隙应符合制造厂技术要求, 各汽封块闭合时端面应接触良好。
- 3 正式组装前汽封环 T 形槽及密封面应涂防咬润滑剂, 按编号将弹簧和汽封块装入汽封槽道中并记录弹簧原始长度。

4.8.11 通流间隙的测量应符合下列规定:

1 通流间隙测量应按制造厂提供的位置和定位值对转子定位。

2 第一次测量时机头侧危急遮断器的飞锤应向上或做位置标记;第二次测量时,顺转子运行方向旋转 90°,每次应测量左右两侧的间隙。

3 通流间隙应符合制造厂技术要求。

4.8.12 转子轴向推拉试验应在半实缸和全实缸两种状态下分别进行,窜动量应符合制造厂技术要求。**4.9 减速器和盘车装置****4.9.1 齿轮减速器或蜗轮组的齿轮箱检查、安装应符合下列规定:**

1 齿轮箱与底板至少应有两个在对角线位置的定位销,定位销与销孔应接触紧密;

2 齿轮箱水平结合面接触应紧密,紧固螺栓后用 0.05mm 塞尺检查应无不入;

3 齿轮箱封闭时,结合面应加耐油密封涂料。

4.9.2 减速器及蜗轮组的润滑装置安装应符合下列规定:

1 润滑装置的喷油管在组装前应进行吹扫,组装应牢固可靠,喷油嘴应正对齿轮啮合部位,各油路和油孔应清洁、畅通。

2 采用齿轮直接带油的润滑装置,油位计的指示应符合制造厂技术要求,指示应准确;正常运行时,油位应淹没最低齿轮的最低轮齿。

4.9.3 减速器齿轮检查、安装应符合下列规定:

1 齿轮外观检查应无裂纹、无气孔、无损伤,齿面应光洁。

2 互相啮合的齿轮有公约数的应配有钢印标记。

3 减速器齿侧间隙采用百分表测量时,齿轮副中一个齿轮应固定,转动另一个齿轮测量,其间隙宜为齿轮模数的 5%或符合表 4.9.3 的规定。

表 4.9.3 减速器齿侧间隙 (mm)

齿轮中心距		50	51 ~ 80	81 ~ 120	121 ~ 200	201 ~ 320	321 ~ 500	501 ~ 820	821 ~ 1250	1251 ~ 2000	2001 ~ 3150	3151 ~ 5000
侧 隙 C_n	标准	0.085	0.10	0.13	0.17	0.21	0.26	0.34	0.42	0.53	0.71	0.85
	最大值	0.17	0.21	0.26	0.34	0.42	0.53	0.67	0.85	1.06	1.40	1.70

注：圆柱齿轮为中心距，圆锥齿轮为分度圆锥母线长度。

4 涂色检查齿牙啮合接触印迹应平直，宽度应不小于齿高的 65%，长度应不小于齿长的 75%，涂色应均匀。

5 减速器的变速比应做记录。

4.9.4 蜗轮组检查、组装应符合下列规定：

1 蜗杆及蜗轮外观检查应无裂纹、无气孔、无损伤，齿面应光洁。

2 涂色检查蜗轮组轮齿的接触情况，轮上每个轮齿工作面的中部应有印迹，印迹长度应不小于齿长的 65%，高度不小于齿高的 60%，涂色应均匀。

3 多头蜗杆应分别在每一个头上涂色，逐次检查，在蜗轮齿上的接触位置应一致。

4 蜗轮组的齿侧间隙用百分表或塞尺检查，间隙值应符合表 4.9.4 的规定。

表 4.9.4 蜗轮组齿侧间隙值 (mm)

蜗轮组 中心距	≤40	40~80	81~160	161~320	321~630	631~ 1250	>1250
齿侧 间隙	0.06~ 0.11	0.09~ 0.19	0.13~ 0.26	0.19~ 0.38	0.26~ 0.53	0.38~ 0.75	0.53~ 1.00

5 调速装置的蜗轮组，窜动值宜为 0.15mm~0.20mm。

6 蜗轮进油侧的每个轮齿应有进油坡口。

7 同步器电动机带动的蜗轮组转动应灵活、平稳，润滑应

良好。

8 蜗轮组的变速比应做记录。

4.9.5 减速器和蜗轮组轴承的检查和安装应符合 6.1.14~6.1.20 的规定。轴瓦的间隙及紧力、滚动轴承的型号应做记录。

4.9.6 减速器和蜗轮组的调整和修刮应符合下列规定：

1 中心距及齿顶间隙均符合标准时，如齿侧间隙小，中心距又无法调整时，应修刮齿轮或蜗轮牙齿的非工作面；

2 减速器或蜗轮组在运行中因温度和受力方向等产生位置变化应留出相应的修正值。

4.9.7 汽轮机盘车装置的检查、安装应符合下列规定：

1 齿轮和蜗轮应符合 4.9.1~4.9.6 的规定；

2 盘车装置安装位置，应符合转子冷、热态状况下的正常运行要求；

3 轴和操作杆穿过外壳处的油封装置应无渗漏；

4 盘车装置水平和垂直结合面用 0.05mm 塞尺检查应不入；

5 盘车装置手动操作应灵活，进油门与手柄联动装置的安装方向应符合制造厂技术要求；

6 盘车装置内部各螺栓及紧固件应锁紧；

7 盘车装置应使用耐油的垫片和涂料；

8 盘车装置电动机联轴器找中心，应符合 6.1.24 的规定；

9 盘车装置电动机联轴器应安装保护罩。

4.9.8 液压盘车的安装应符合下列规定：

1 盘车应在汽轮机转子定位后安装；

2 与盘车连接的油管道应清洁、畅通；

3 盘车装置与汽轮机转子间的轴向间隙和径向间隙应符合制造厂技术要求。

4.9.9 自同步离合器（SSS 离合器）检查、安装应符合下列规定：

1 外观检查应无裂纹、无气孔、无损伤、无锈蚀，齿面应光洁。

- 2 与离合器连接的油管道应清洁、畅通。
- 3 离合器输入端、输出端的油管道法兰面应严密,无异物。
- 4 测量离合器输入端、输出端与驱动轴、从动轴联轴器的连接法兰、螺栓孔尺寸及止口配合情况,应符合制造厂技术要求。
- 5 核对离合器上的规格型号、旋转方向、装配方向等,应符合制造厂技术要求。
- 6 离合器安装应在汽轮机轴系精找中后进行,应先与驱动轴连接,再与从动轴连接。
- 7 离合器连接螺栓的紧固顺序、力矩应符合制造厂技术要求。
- 8 离合器与两端联轴器采用止口连接时,止口啮合准确到位,止口间隙及定位销安装应符合制造厂技术要求。
- 9 离合器控制油管道安装应在油冲洗合格后进行。
- 10 离合器安装完成后,复测离合器联轴器同心度,应符合制造厂技术要求;无要求时,应不大于 0.02mm。

4.10 汽轮机扣大盖

4.10.1 扣大盖时作业区域应封闭管理,无关人员不得进入。汽缸上工作人员应穿无扣连体工作服。扣盖用工具应编号并由专人登记保管,携带至汽缸上的工具应有防脱落措施。

4.10.2 试扣缸应符合下列规定:

- 1 汽缸内零部件全部安装完成后进行试扣,双层结构的汽缸可分别试扣;
- 2 试扣外缸时,内缸中分面的螺栓应全部紧固;
- 3 检查隔板、隔板套、汽封套等与汽缸间的径向膨胀间隙;
- 4 试扣缸后应盘动转子听音检查,缸内应无异常;
- 5 试装汽缸内外热工测量元件。

4.10.3 汽轮机扣大盖前应完成下列工作,且安装记录、验收签证齐全:

- 1 垫铁安装, 地脚螺栓紧固;
- 2 台板纵横滑销、汽缸立销和猫爪横销间隙测量;
- 3 内缸猫爪、纵横滑销和轴向定位销间隙测量;
- 4 汽缸水平结合面间隙检查;
- 5 转子轴颈椭圆度和不柱度、联轴器晃度及瓢偏、推力盘瓢偏、转子弯曲度测量;
- 6 汽缸水平扬度、凝汽器与汽缸连接前、后的转子扬度测量;
- 7 汽缸负荷分配;
- 8 汽缸按转子找中心;
- 9 轴系转子按联轴器找中心;
- 10 隔板中心调整;
- 11 转子与汽缸相对定位及定位位置标记;
- 12 汽封及通流部分间隙测量;
- 13 合实缸状态下汽轮机转子轴向推拉试验;
- 14 汽缸内合金钢部件光谱复查, 高温紧固件硬度及光谱复查;
- 15 高、中压外下缸到抽气止回阀和第一个支吊架的管段安装;
- 16 高、中压联合汽门与下汽缸连接、定位;
- 17 低压缸与凝汽器连接;
- 18 转子、汽缸、隔板等缸内所有部套应清理干净, 管口、仪表插座和堵头等应封闭;
- 19 汽缸内部的疏水口检查;
- 20 热工元件安装。

4.10.4 汽轮机扣大盖工作除应按 3.2.19 的规定执行外, 还应符合下列规定:

- 1 扣大盖前对设备零部件进行清点检查, 应符合制造厂技术要求并按顺序放置整齐。
- 2 施工用的工器具应逐件登记, 扣完大盖后应再次清点并确

认无缺损。

3 汽缸内应清洁、无杂物，结合面应光洁，孔洞通道应畅通。

4 抽、排汽口等隔绝部分应可靠封闭。

5 汽缸零部件的结合部位，按制造厂技术要求涂敷耐高温防咬剂。

6 汽缸内可能松脱的部件，扣缸前应锁紧。

7 内缸、隔板套、汽封套螺栓紧固并安装推力瓦后，盘动转子倾听汽缸内部应无摩擦音响。

8 吊装上缸时，监视上汽缸结合面与下缸的水平度相符，合缸时应装好涂油导杆，下落应均匀、无卡涩。

9 汽缸水平结合面的耐高温汽缸密封涂料，应在上缸落至接近下缸时涂抹，涂抹应均匀连贯，合缸后耐高温汽缸密封涂料应能布满全结合面。

10 在上下缸水平结合面初始接触而吊索未放松时，应将定位销打入汽缸销孔。

11 扣大盖工作从内缸吊装第一个部件开始至上缸就位，全部工作应连续进行，不得中断；双层结构的汽缸应进行到外上缸扣盖为止。

12 扣盖完毕后应再次盘动转子进行听音检查，确认无异常。

4.10.5 上猫爪支撑的内缸，在由下猫爪临时支撑置换为上猫爪支撑时应符合下列规定：

1 汽缸中心变化量应不大于 0.03mm；

2 猫爪垫块总数不得超过 3 片并应接触严密，用 0.05mm 塞尺检查应不入。

4.10.6 上猫爪支撑的外缸，在由下猫爪临时支撑置换为上猫爪支撑时应符合下列规定：

1 置换垫块工作应在扣大盖并全部紧好外缸水平结合面螺栓后进行；

2 镶配或置换上猫爪垫块时用百分表监视猫爪的位置变化

量应不大于 0.03mm;

- 3 垫块承力面应接触良好, 用 0.05mm 塞尺检查应不入。

4.10.7 汽缸水平结合面螺栓的冷紧顺序和伸长量应符合制造厂技术要求, 无要求时应符合下列规定:

- 1 冷紧顺序应从汽缸中部开始, 左右对称依次紧固, 全部螺栓冷紧后应按上述顺序依次复查;

- 2 汽缸水平结合面应严密;

- 3 冷紧时不得用大锤紧固螺帽, 可用电动、气动、液压等带力矩指示的无冲击工具紧固。

4.10.8 汽缸水平结合面螺栓的热紧顺序和力矩应符合制造厂技术要求, 无要求时应符合下列规定:

- 1 螺栓冷紧后检查螺母、垫圈、汽缸平面应无间隙, 标记螺母和汽缸的相对位置, 依据制造厂提供的螺栓伸长量计算螺母转动弧长并在汽缸上标出热紧后旋转位置。

- 2 螺栓加热应使用专用工具, 螺栓应均匀受热, 螺纹部位不应直接受到烘烤。

- 3 热紧螺栓顺序应与冷紧相同, 螺栓加热后螺母转动应自如、一次到位; 不能一次到位时, 应待螺栓完全冷却后, 再重新加热热紧。

4.10.9 汽缸扣盖工作完成后, 检查台板、猫爪等部位联系螺栓的垫圈, 应滑动自如。

4.10.10 高压内缸蒸汽进汽管安装应符合下列规定:

- 1 进汽管内部及夹层内应清理干净, 法兰面应平整光洁、无径向贯通沟槽;

- 2 密封环内外圆、两侧平面及密封环槽应光洁、无毛刺;

- 3 密封环弹性应良好;

- 4 密封环与槽的配合间隙应符合制造厂技术要求;

- 5 密封环开口两端接口配合尺寸应正确, 装入内缸喷嘴室套管后开口间隙应符合制造厂技术要求;

- 6 多道密封环安装时,其开口位置应错开 90° ;
 - 7 密封环安装时应使用专用工具,其开口扩大值不应超过最大允许值;
 - 8 进汽管插入内缸蒸汽室时应防止损伤密封环;
 - 9 已在制造厂装配好的进汽管可不再重新拆装。
- 4.10.11** 高、中压缸与低压缸间的连通管安装应符合下列规定:
- 1 安装前连通管焊口应经无损检测并合格,内部应清洁、无杂物;
 - 2 连通管试装应在汽缸定位后进行,其法兰连接应无外加应力;
 - 3 连通管的补偿装置及其连杆的冷紧值及连杆预偏值调整,应符合制造厂技术要求;
 - 4 连通管安装调整完毕,应拆除补偿装置上的运输固定螺栓。

4.11 基础二次灌浆及养护

4.11.1 汽轮发电机组基础二次灌浆前,除制造厂有特殊要求外,应完成下列工作:

- 1 汽轮发电机组主要设备已安装结束;
- 2 发电机、励磁机的磁力中心和空气间隙调整结束;
- 3 转子采用水冷的发电机出水支座水挡径向间隙调整结束;
- 4 轴系找中心合格;
- 5 穿过二次灌浆层的管道、电缆、仪表管线等敷设完毕并已穿入专用套管;
- 6 基础垫铁之间点焊牢固。

4.11.2 基础二次灌浆前应进行下列准备工作:

- 1 发电机轴承座的绝缘板、台板的滑动面、发电机下部的电气设备等部件应妥善保护;
- 2 基础混凝土表面应吹扫干净,无杂物、无油漆、无油污。

混凝土表面应浸润 24h 以上;

3 台板与二次灌浆层接触面应清理干净, 无油漆、无油污;

4 地脚螺孔内应清理干净, 地脚螺栓垫板和基础混凝土应接触密实;

5 二次灌浆的部位不应妨碍汽轮机及管道的热膨胀, 且不应阻塞台板注油孔或排污孔等;

6 二次灌浆模板安装应牢固, 缝隙应严密。模板顶部的标高应高于设备底座板上表面。

4.11.3 基础二次灌浆由土建专业人员施工时, 安装专业人员应密切配合。

4.11.4 汽轮发电机组基础二次灌浆及养护工作除应符合制造厂技术要求和《电力建设施工技术规范 第 1 部分: 土建结构工程》DL 5190.1 的规定外, 还应符合下列规定:

1 采用无收缩灌浆料。

2 浇灌时应制作混凝土试块, 与二次灌浆层在同等条件下养护, 并做强度试验、出具报告。

3 浇灌时飞溅到设备和螺栓表面的灰浆, 应及时清除。

4 台板内部灌浆应密实, 浇灌高度应高于底座板上表面。

5 汽轮机、发电机及励磁装置基础的二次灌浆工作宜一次完成。结构互相关联的台板、经二次灌浆互相连成一体的台板不得分段浇灌。

6 浇灌后基础应按要求进行养护, 在最初养护的 3 天内, 环境温度应保持在 $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 。

7 基础二次灌浆层的混凝土强度未达到设计强度的 50% 时, 不得在机组上拆装重件和进行撞击性工作; 在未达到设计强度的 80% 时, 不得复紧地脚螺栓和启动机组。

4.11.5 基础混凝土二次灌浆应严格控制施工工艺, 在养护期满拆模后, 外观和内在质量应符合设计要求, 并经相关人员共同检查签证。

4.12 质量验收应提交的技术文件

4.12.1 汽轮机本体安装质量验收时应提交下列施工技术记录:

- 1 基础及预埋件验收记录;
- 2 基础沉降观测记录;
- 3 基础垫铁或砂浆垫块配制(制作)记录;
- 4 汽缸、轴承座台板找平找正记录;
- 5 汽缸、轴承座与台板接触检查记录;
- 6 轴承座、汽缸台板地脚螺栓紧固记录;
- 7 轴承座滑动部位检查记录;
- 8 推力瓦接触检查及推力间隙测量记录;
- 9 轴瓦垫块接触检查及垫片安装记录;
- 10 轴瓦乌金与轴颈接触检查记录;
- 11 轴承座中分面水平记录;
- 12 径向轴承及推力轴承安装记录;
- 13 油挡间隙记录;
- 14 轴颈的椭圆度及不柱度记录;
- 15 转子弯曲度记录;
- 16 推力盘端面瓢偏记录;
- 17 联轴器端面瓢偏和径向晃度记录;
- 18 联轴器止口尺寸记录;
- 19 汽缸组合记录;
- 20 汽缸就位找正记录;
- 21 汽缸隔板找中心记录;
- 22 汽缸内缸纵、横销安装记录;
- 23 内缸支撑键安装记录;
- 24 内缸中分面水平记录;
- 25 内缸中分面间隙记录;
- 26 隔板膨胀间隙记录;

- 27 汽缸负荷分配记录;
 - 28 通流间隙记录;
 - 29 最小轴向通流间隙记录;
 - 30 旋转隔板安装及开闭位置记录;
 - 31 转子定位尺寸及外引标记;
 - 32 联轴器垫片厚度记录;
 - 33 汽封间隙检查记录;
 - 34 汽缸中分面螺栓紧固记录;
 - 35 汽轮机转子联轴器找中心记录;
 - 36 联轴器螺栓、螺母配重记录;
 - 37 联轴器螺栓、螺孔配合间隙记录;
 - 38 联轴器螺栓紧固记录;
 - 39 联轴器连接后同心度记录;
 - 40 滑销系统间隙记录;
 - 41 轴承座与汽缸间定位中心梁安装记录;
 - 42 推拉杆安装记录;
 - 43 盘车装置齿轮间隙记录;
 - 44 自同步离合器安装记录;
 - 45 连通管冷拉记录;
 - 46 连通管螺栓整定记录;
 - 47 整体组装汽缸轴向碰撞试验记录;
 - 48 整体组装汽缸径向碰撞试验记录。
- 4.12.2 汽轮机本体安装质量验收时, 应提交下列签证:
- 1 台板接触检查签证;
 - 2 轴承座灌油试验签证;
 - 3 轴承座扣盖签证;
 - 4 汽缸外观检查签证;
 - 5 汽轮机转子外观检查签证;
 - 6 高、中压喷嘴室检查封闭签证;

- 7 汽轮机扣盖前检查签证;
 - 8 汽轮机扣盖签证;
 - 9 基础二次灌浆前检查签证;
 - 10 导汽管及连通管安装检查签证;
 - 11 设备缺陷处理签证。
- 4.12.3 汽轮机组本体安装质量验收时, 应提交下列检验检测报告:
- 1 汽轮发电机组基础沉降观测报告;
 - 2 由浇灌单位提供的基础二次浇灌混凝土试块强度试验报告;
 - 3 汽轮机转子、叶轮、叶片、喷嘴、隔板和隔板套探伤报告, 汽轮机转子硬度检测报告, 轴瓦乌金探伤报告;
 - 4 汽轮机转子硬度检测报告;
 - 5 轴瓦乌金探伤报告;
 - 6 大于等于 M32 的高温紧固件的超声波探伤报告、硬度复查报告和金相抽查报告;
 - 7 合金钢、高温合金螺栓、螺母光谱复查报告。

5 汽轮机辅助设备

5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于汽轮发电机组的凝汽器、除氧器、表面式热交换器、减温减压器、箱罐和抽气器等辅助设备的施工。

5.1.2 压力容器的严密性水压试验应符合制造厂技术要求。无要求时，水压试验压力应不小于 1.25 倍工作压力，保压 10min 应无泄漏、无残余变形。

5.1.3 辅助设备基础交付安装时应符合《电力建设施工技术规范 第 1 部分：土建结构工程》DL 5190.1 的有关规定和 3.1.3 的规定。

5.1.4 辅助设备就位前应进行下列准备工作：

- 1 基础表面应凿毛并清除油污、油漆、杂物；
- 2 放置垫铁处的混凝土表面应凿平，与垫铁接触良好；
- 3 垫铁表面应平整、无翘曲、无毛刺；
- 4 垫铁各承力面间的接触应密实无松动；
- 5 二次灌浆的底座和地脚螺栓应无油漆、油垢和浮锈；
- 6 当采用埋置式垫铁安装工艺时，应符合 4.3.4 的规定。

5.1.5 设备纵横中心线和标高应符合设计要求，偏差应不大于 10mm。卧式设备壳体应水平，立式设备垂直偏差应不大于 10mm。

5.1.6 基础混凝土二次灌浆，除应符合《电力建设施工技术规范 第 1 部分：土建结构工程》DL 5190.1 的规定外，还应符合下列规定：

- 1 二次灌浆前垫铁侧面应点焊牢固；
- 2 二次灌浆高度应略低于底座上表面；
- 3 二次灌浆后应将底座和设备上溅落的混凝土清理干净。

5.2 凝 汽 器

5.2.1 凝汽器冷却管在运输、装卸、拆箱、码放、倒运过程中不得随意堆放、踩踏。

5.2.2 凝汽器壳体现场组装应符合下列规定：

- 1 组合平台应垫平，四角高低差应小于 10mm。
- 2 壳体吊装点应绑扎在结构坚实的部位，刚度不足时应加固，起吊应平稳。
- 3 壳体应垫平、垫实。
- 4 端板、管板与底板的垂直度偏差应不大于 1mm/m。管板标高应一致，平面应平行，板间距离与设计间距的偏差应不大于 20mm。
- 5 端板与管板相对应的管孔中心偏差应不大于 3mm。
- 6 壳体表面的弯曲度偏差应不大于 3mm/m，且全长度的弯曲应小于 20mm。
- 7 顶板弯曲及侧板的错边应小于 10mm。
- 8 喉部上端对角线偏差应小于 10mm。
- 9 壳体内部的拉筋、挡板及附件安装应符合制造厂技术要求，焊接应牢固。
- 10 壳体焊接应采取防变形措施。
- 11 壳体上的疏水管与喷水管应在壳体组合焊接完毕后安装，壳体外的管口应焊接临时堵板。
- 12 接至凝汽器的各类管道不得使汽水直接冲刷冷却管束。
- 13 组合后的壳体焊缝应做渗透试验。

5.2.3 凝汽器冷却管穿装前检查应符合下列规定：

- 1 壳体內的支撑件、导汽板、管件和管板位置尺寸、焊接质量、清洁度应符合制造厂技术要求，管板和隔板中心应拉钢丝复查合格；
- 2 壳体及排汽短节上的孔洞应加装临时堵板；

3 隔板管孔应无毛刺、无锈皮，两边有 $1 \times 45^\circ$ 的倒角，管孔数量应符合制造厂技术要求，冷却管试穿时应顺利穿过；

4 管板孔应比冷却管外径大 $0.20\text{mm} \sim 0.50\text{mm}$ ，管孔内壁应光洁，无锈蚀、油垢和纵向沟槽；

5 壳体内部应清扫，顶部应封闭；

6 钛管穿装应采取防火措施；

7 凝汽器底部为刚性支座时，支撑底座安装应完成；

8 无台板支撑的低压缸，凝汽器喉部与低压外缸连接应完成。

5.2.4 冷却管穿胀前应检查应符合下列规定：

1 冷却管表面不应有裂纹、砂眼、腐蚀、凹陷、毛刺等缺陷，管内应无杂物、无油垢、无堵塞，管径、壁厚应符合制造厂技术要求。

2 冷却管应有质量证明文件，并抽查冷却管总数的 5% 进行涡流探伤，抽样应包括所有生产批次。不合格管数量大于安装总数的 1% 时，应逐根试验。

3 铜或铜合金冷却管的检验应符合下列规定：

1) 抽取 $1/1\,000$ 总数的管道进行 24h 氨薰试验，检查其残余内应力，氨薰试验方法应符合《铜及铜合金加工材残余应力检验方法 氨薰试验法》GB/T 10567.2 的规定。

2) 抽取 $0.5/1\,000 \sim 1/1\,000$ 总数的管道进行下列试验：

(1) 压扁试验应符合《金属材料 管 压扁试验方法》GB/T 246 的规定。切取 20mm 长的试样压成椭圆，至短径相当于原直径的一半，试样应无裂纹或其他损坏现象。

(2) 扩口试验应符合《金属管 扩口试验方法》GB/T 242 的规定。切取 50mm 长的试样，用 45° 的车光锥体打入管内，其内径扩大至原内径

130%时, 试样应无裂纹。

4 不锈钢冷却管的检验应符合下列规定:

- 1) 压扁试验应符合《金属材料 管 压扁试验方法》GB/T 246 的规定。
- 2) 扩口试验应符合《金属管 扩口试验方法》GB/T 242 的规定。

5.2.5 凝汽器冷却管穿装应符合下列规定:

1 管板和各道隔板处应有专人监护, 冷却管不应与隔板及管板冲撞;

2 管端检查应符合 5.2.4 第 1 款的规定, 管口应清理毛边;

3 穿管应使用导向器, 穿管受阻时不得强行穿入。

5.2.6 凝汽器冷却管胀接前应试胀, 并应符合下列规定。

1 胀口应无欠胀或过胀现象, 胀口处管壁胀薄率为 4%~6%, 胀管后的内径值 D_a 按下式计算:

$$D_a = D_1 - 2t(1 - a) \quad (5.2.6)$$

式中: D_1 ——管板孔直径 (mm);

t ——冷却管壁厚 (mm);

a ——膨胀系数, 取 4%~6%。

2 胀口及翻边处应平滑光洁、无裂纹、无显著切痕。翻边角度宜为 15°。

3 胀口的胀接深度宜为管板厚度的 75%~90%, 膨胀部分在管板壁内应不少于 2mm, 膨胀部分不得超过管板内壁。

4 试胀工作合格后方可正式胀管。

5.2.7 凝汽器冷却管胀接应符合下列规定:

1 凝汽器冷却管胀接工作环境应整洁、干燥, 气温宜在 0℃ 以上。

2 胀接前应在管板四角及中央各胀一根标准管, 检查两端管板距离应一致, 管板应无凸起。

3 胀管时应先胀出水侧, 同时检查进水侧冷却管应无旋出,

胀管过程中管板应无变形。

4 铜管胀接后应露出管板 1mm~3mm, 管端平滑无毛刺; 翻边应符合制造厂技术要求, 无要求时, 宜在进水侧 15°翻边。

5 不锈钢管胀接后的管道露出管板尺寸应符合制造厂技术要求, 无要求时宜为 0.20mm~0.30mm。

6 冷却管不得用加热或其他方法延伸长度。

5.2.8 采用钛管、钛管板的凝汽器施工, 除应符合 5.2.4~5.2.7 的有关规定外, 还应符合下列规定:

- 1 工作现场应防尘, 在水室内工作时应用风机通风;
- 2 参加钛管施工的人员应经培训并考试合格;
- 3 钛管焊接应编制专项措施, 并符合《火电厂凝汽器管板焊接技术规程》DL/T 1097 的规定;
- 4 钛管板及钛管端部在穿管前应用酒精或丙酮等脱脂溶剂去除油污, 管端的防护包扎物在穿管前不得打开;
- 5 穿管用导向器及管端施工用具使用前应用酒精清洗;
- 6 施工人员应穿专用工作服及工作鞋, 戴脱脂手套;
- 7 胀管及切管工具应清洗干净, 每胀接 1 根~3 根后即用酒精清洗, 胀管时应用酒精作清洗剂;
- 8 胀管用的胀杆和辘子应及时检查, 有缺陷时应更换;
- 9 管端切齐后应平整并露出管板 0.30mm~0.50mm;
- 10 切管时应有收集切割粉末的措施并及时清理, 防止着火;
- 11 胀管完成后管口外伸部分应用酒精清洗, 焊口应进行外观检查和渗透检验。

5.2.9 凝汽器支持弹簧检查、安装应符合下列规定:

- 1 弹簧应无裂纹、不歪斜, 几何尺寸应符合设计要求。
- 2 弹簧应分别进行压缩试验, 试验特性接近的弹簧宜编为一组。
- 3 弹簧安装应平直无歪斜, 弹簧与簧座的四周间隙应均匀。
- 4 同一支脚下弹簧压缩量及四周高度的偏差应不大于 1mm。

5 弹簧座调整螺钉完全松开时弹簧与弹簧座应能自由取出。当弹簧压缩至安装值时, 弹簧座调整螺钉丝扣应有余量, 弹簧座与底板间垫铁的厚度不宜小于 20mm。

6 每个支撑弹簧应做定点标记, 并记录上下对应定点间的自由高度和安装后的高度。

5.2.10 带滚动底座的凝汽器安装应符合 5.6.3 的规定。

5.2.11 凝汽器与汽缸间的连接短节、两个凝汽器间的平衡短节和拉筋膨胀伸缩节的焊缝安装前应进行渗油试验。

5.2.12 弹簧支撑的凝汽器与汽缸连接应符合下列规定:

1 凝汽器与汽缸连接时, 汽侧灌水水位应符合制造厂技术要求;

2 凝汽器定位后应处于自由状态, 在凝汽器与汽缸连接前, 任何管道不得与凝汽器连接, 与汽缸本身有关的临时支撑应拆除;

3 凝汽器定位后配装弹簧座下的永久垫铁时, 不得改变弹簧压缩量, 垫铁、底板、弹簧座之间应接触密实;

4 弹簧座下的永久垫铁装配完后应松开调整螺钉;

5 凝汽器与汽缸连接过程中, 不得改变汽轮机的定位尺寸, 并不得给汽缸附加额外应力。

5.2.13 凝汽器与汽缸采用焊接连接时, 应符合下列规定:

1 低压内缸由低压外缸支撑时, 连接工作应在低压缸负荷分配合格, 汽缸定位后进行。

2 焊接工艺应符合焊接规程的规定, 并应采取防止焊接变形的措施。施焊时应用百分表监视汽缸台板四角的变形和位移, 当变化量大于 0.10mm 时要暂停焊接, 待恢复原态后再继续施焊。

3 凝汽器与排汽缸的接口可加铁板复焊, 其上口弯边凸入排汽缸内的部分不宜超过 50mm。

5.2.14 凝汽器采用法兰与汽缸连接时应符合下列规定:

1 有波形伸缩节的法兰, 法兰结合面预留冷拉间隙应符合设计要求; 无要求时宜为 2.5mm~3mm。法兰四周间隙应均匀, 偏

差应不大于 0.40mm。

2 法兰密封面的垫料可采用橡胶板, 橡胶板表面应涂密封涂料。

5.2.15 检查凝汽器两端水室防腐层, 应符合制造厂技术要求。

5.2.16 凝汽器水侧应做严密性检查, 可用循环水直接进行运行压力充压, 充水时应排净空气, 水室盖板、人孔门和螺栓等处应无渗漏。

5.2.17 凝汽器最终封闭前应检查冷却管束及上部汽侧空间不得有任何杂物, 顶部管道应无损伤痕迹。

5.2.18 凝汽器热井水位计安装应符合下列规定:

1 水位计与凝汽器的连通管内径应大于 25mm, 水侧连通管应引自热井, 并有 U 形水封管, U 形管的高度应大于 150mm。汽侧连通管向水位计侧应有大于 0.04 的坡度。

2 玻璃水位计应装设保护罩。

5.2.19 凝汽器胶球清洗装置安装应符合下列规定:

1 胶球泵检查、安装应符合 6.2 的相关规定;

2 胶球分路装置及观察玻璃处应严密不漏, 观察玻璃应清洁、透明;

3 胶球回收网应牢固, 开关位置正确, 回收网孔径应不漏胶球;

4 涡流区死角应焊接弧形衬板, 与水室连接的其他管口应有遮盖网, 水室盲孔应加堵板, 上下水室隔板与端盖板的密封条应无缝隙;

5 整个系统管道应短捷、合理, 收球阀出口到胶球泵入口沿顺流方向应有不小于 2% 的坡度, 不得有急弯, 管道应装有牢固支架。

5.3 直接空冷装置

5.3.1 空冷装置在运输、装卸、放置、倒运过程中应分类处置。

吊装过程中吊点选择应合理,应采取防止结构变形及损伤的措施。

5.3.2 空冷构架检查应符合下列规定:

- 1 测量空冷构架结构尺寸应符合制造厂技术要求;
- 2 外观应无锈蚀、无重皮、无裂纹等缺陷;
- 3 复查合金钢零部件材质应符合制造厂技术要求。

5.3.3 空冷装置钢构架及其他金属结构校正应符合下列规定:

- 1 冷态校正后不得有凹凸、裂纹等缺陷;
- 2 环境温度低于 -20°C 时不得锤击;
- 3 校正时的加热温度,碳钢应低于 $1\,000^{\circ}\text{C}$,合金钢应控制在钢材临界点 AC_1 以下。

5.3.4 空冷装置钢架基础复查应符合下列规定:

- 1 基础应符合设计要求和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。
- 2 基准点及定位轴线应符合设计要求。
- 3 空冷装置支撑结构基础划线允许偏差应符合表 5.3.4 的规定。

表 5.3.4 空冷装置支撑结构基础划线允许偏差

检查项目	允许偏差 (mm)
柱子间距 ($\leq 10\text{m}$)	± 1
柱子间距 ($> 10\text{m}$)	± 2
柱子相应对角线 ($\leq 20\text{m}$)	± 5
柱子相应对角线 ($> 20\text{m}$)	± 8

4 基础表面与柱脚底板的二次灌浆间隙宜大于 50mm,基础表面应凿毛,放置垫铁处应凿平。

5 采用垫铁安装时,垫铁应符合下列规定:

- 1) 垫铁表面应平整;
- 2) 每组垫铁不宜超过 3 块,宽度宜为 80mm~120mm,长度宜露出柱脚底板两侧 10mm;
- 3) 垫铁应布置在立柱底板的立筋板下方,每个立柱下

垫铁的承压总面积应根据立柱设计荷重计算,垫铁单位面积的承压力应不大于基础设计强度的 60%;

- 4) 垫铁应用手锤检查无松动,调整结束后,应将垫铁侧面、垫铁与柱脚底板点焊牢固。

5.3.5 支撑钢结构、A 形架、V 形架的组合安装应符合《火力发电厂空冷岛钢结构安装及验收标准》DL/T 1671 的规定。

5.3.6 风机桥架、栏杆、踏板、格栅板及减速器支承底座等组合及安装应符合 5.3.2~5.3.5 的规定。

5.3.7 空冷凝汽器风机安装应符合 6.6 的相关规定。

5.3.8 空冷管束检查应符合下列规定:

- 1 外部散热翅片应无损伤、无断裂、无脱开;
- 2 管束应平整、无扭曲变形,防腐层应完好;
- 3 管束对角检查应无变形;
- 4 管束通风检查应无堵塞。

5.3.9 管束导轨安装应符合下列规定:

- 1 导轨安装平台任意两点的标高偏差应不大于 10mm;
- 2 每列轨道中心偏差应不大于 1mm;
- 3 轨道应加装梯形垫铁,散热器两列轨道平面度偏差应不大于 2mm;
- 4 相邻导轨间膨胀间隙应不小于 1.5mm;
- 5 导轨应符合上部结构自由膨胀的要求。

5.3.10 管束安装应符合下列规定:

- 1 管束应水平放置,安装过程不得损伤管束及翅片;
- 2 管束应用无油压缩空气吹扫干净;
- 3 相邻两片管束之间应留有 3mm 的焊缝间隙;
- 4 上方管板焊接前,应用盖板覆盖芯管,配汽管道安装后拆除临时盖板;
- 5 顺流管束与上联箱应直接焊接,逆流管束在上联箱保持自由膨胀状态。

5.3.11 排汽装置壳体组合安装应符合 5.2.2 的规定。

5.3.12 空冷机组蒸汽排汽管道安装应符合《火力发电厂直接空冷系统排汽管道施工及质量验收规范》DL/T 1670 的规定。

5.3.13 空冷凝结水、抽真空、冲洗管道等安装应符合《电力建设施工技术规范 第 5 部分：管道及系统》DL 5190.5 的规定。

5.3.14 管道与排汽装置连接时不应产生额外附加应力。

5.4 间接空冷装置

5.4.1 间接空冷装置钢结构检查应符合 5.3.2 的有关规定。

5.4.2 间接空冷装置钢结构基础检查应符合 5.3.4 的有关规定。

5.4.3 间接空冷装置展宽平台预拼装应符合下列规定：

- 1 框架组合焊缝应预留 2mm~3mm 的收缩量；
- 2 框架平台水平偏差应不大于 3mm；
- 3 平台环向梁和径向梁间距偏差应不大于 3mm。

5.4.4 间接空冷装置展宽平台安装应符合下列规定：

- 1 X 柱展宽平台标高应符合制造厂技术要求；
- 2 吊装应采取防变形措施；
- 3 展宽平台焊接前应测量标高、水平度、垂直度符合制造厂

技术要求；

- 4 焊接完成后平台框架构件和预埋件应进行防锈处理。

5.4.5 散热器支腿安装应符合下列规定：

- 1 散热器支腿焊接应符合制造厂技术要求；
- 2 支腿安装位置、标高和垂直度偏差应不大于 2mm；
- 3 支腿安装中心线与展宽平台间距偏差应不大于 10mm。

5.4.6 散热器框架组合应符合下列规定：

- 1 组合平台尺寸和水平偏差应不大于 3mm；
- 2 框架尺寸偏差应不大于 3mm，对角线偏差应不大于 5mm；
- 3 散热器框架高强螺栓的存放、检验和安装应符合《钢结构

高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 的有关规定；

4 连接螺栓紧固力矩应符合制造厂技术要求;

5 相邻百叶窗间隙应不大于 3mm, 百叶窗销轴锁紧应符合制造厂技术要求。

5.4.7 散热器组装应符合下列规定:

1 管束散热翅片应无损伤、断裂、脱开缺陷;

2 管束应平整、无变形, 防腐层完好, 通风无堵塞;

3 管束安装位置偏差应不大于 10mm, 散热器相邻散热片结合面自由状态间隙应不大于 0.5mm;

4 散热器结合面应平整, 无杂物、无毛刺, 密封圈齐全;

5 散热片限位挡块安装应牢固;

6 百叶窗与散热片间隙偏差应不大于 5mm。

5.4.8 散热器严密性试验应符合下列规定:

1 试验介质不应含有对冷却管、密封部件材质有腐蚀的成分;

2 试验压力和试验时间应符合制造厂技术要求。无要求时, 气压试验压力应为设计压力的 1.1 倍, 水压试验压力应为设计压力的 1.25 倍。

5.4.9 散热器安装应符合下列规定:

1 吊装应用专用工具;

2 安装位置偏差和垂直偏差应不大于 10mm;

3 顶部连杆, 顶部和底部盖板应安装牢固、齐全;

4 散热器间封闭应严密。

5.4.10 清洗装置安装应符合下列规定:

1 轨道应平直, 轨距应符合制造厂技术要求;

2 跑车应无卡涩、无松旷;

3 喷嘴应无堵塞, 安装角度应正确。

5.4.11 管道补偿器的检查、安装应符合下列规定:

1 补偿器型号、规格及管道支座应符合设计要求;

2 补偿器周围空间应符合设计要求;

3 补偿器应单独组装, 需预变形的补偿器, 辅助构件应在管

道安装后拆除;

4 带内衬桶的补偿器,内筒方向应与介质流动方向一致;平面角向型补偿器的铰链转动平面应与位移平面一致;

5 除设计要求预拉伸、压缩、冷紧的预变形量之外,不得用波纹管变形方法调整管道安装偏差;

6 管道安装完后应拆除补偿器运输保护的辅助定位机构及紧固件,限位装置调整应符合制造厂技术要求。

5.4.12 爬梯和平台制作、安装应符合下列规定:

1 爬梯和平台制作、安装应符合《固定式钢梯及平台安全要求》GB 4053 的规定;

2 爬梯和平台安装位置偏差应不大于 10mm;

3 平台连接口应平整、牢固、无突起;

4 栏杆、扶手应牢固,无毛刺、棱角,焊接部位应打磨光滑。

5.4.13 补充水泵、清洗水泵安装应符合 6.2 的有关规定。

5.4.14 储水箱、高位膨胀水箱安装应符合 5.6 的有关规定。

5.4.15 管道安装应符合《电力建设施工技术规范 第 5 部分:管道及系统》DL 5190.5 的规定。

5.4.16 系统水冲洗应符合下列规定:

1 水冲洗临时排水管截面积应不小于被冲洗管的 60%;

2 散热器进出口堵板应安装牢固;

3 临时管道焊接应符合焊接规程要求;

4 临时管道支吊架安装应牢固、可靠;

5 冲洗用水质、排水水质应符合制造厂技术要求。

5.5 热 交 换 器

5.5.1 热交换器解体检查应符合下列规定:

1 管束应清洁、无缺陷、无锈污、无杂物、无堵塞;

2 管束装入壳体时不应卡涩;

3 热交换器水侧、汽侧严密性试验应符合制造厂技术要求。

无要求时, 试验压力应为 1.25 倍设计压力, 稳压 15min 无泄漏;

4 不进行严密性试验的高低压热交换器, 应进行外观检查并核查制造厂质量证明文件;

5 水室分流通路应符合制造厂技术要求, 隔板应无短路;

6 水位计应清洁、透明, 严密不漏, 并装有保护罩;

7 合金钢部件应进行光谱检验, 合金钢螺栓紧固应符合制造厂技术要求。

5.5.2 自压密封式加热器检查应符合下列规定:

1 自压密封座承压垫片的平面应光洁、无毛刺;

2 钢制密封环应光亮、无毛刺, 尺寸应符合制造厂技术要求。软质非金属垫材质、尺寸应符合制造厂技术要求;

3 承压垫片的垫圈厚度应均匀, 两端面应光洁;

4 支撑压力的均压四合圈材质应符合制造厂技术要求, 外观检查应无缺陷, 且拼接严密;

5 止脱箍应与四合圈配合良好。

5.5.3 热交换器的安装应符合下列规定:

1 安装位置应符合制造厂技术要求。无要求时, 中心线偏差、标高偏差、垂直偏差应不大于 10mm;

2 固定支座应牢固、可靠, 活动支座应清洁、无杂物;

3 结合面应平整、光洁并接触严密, 支座膨胀位移量应符合设计要求;

4 卧式加热器滚轮与导轨应接触均匀。

5.5.4 水位调整器的检查、安装应符合下列规定:

1 浮筒应灵活自如、无卡涩, 且无渗漏;

2 单独装设的水位调整器标高应符合制造厂技术要求, 偏差应不大于 10mm;

3 水位调整器与电气触点开闭位置配合应正确。

5.5.5 高压加热器满水保护装置的检查、安装应符合下列规定:

1 涂色法检查阀芯与阀座的接触应严密, 阀芯动作应灵活、

可靠;

2 发送器应动作灵活、无卡涩,检查断开或接通的电气触点位置正确;

3 系统安装完毕应进行严密性水压试验,各焊缝和法兰密封面应无渗漏,试验压力与加热器水侧试验压力相同;

4 安全阀动作整定试验应符合《电力建设施工技术规范 第5部分 管道及系统》DL 5190.5 的规定。

5.6 箱罐和除氧器

5.6.1 箱罐检查应符合下列规定:

1 箱壁应平整,无明显凹凸;

2 拉筋焊接应牢固;

3 附件应齐全、无损伤;

4 圆筒形卧式箱罐箱壁弧度应与支座弧度相符;

5 卧式箱罐底部沿圆筒内壁的横向加强筋应留有符合排放积液要求的通道;

6 除氧给水箱下水管管口应高出箱底 100mm 以上,排污管口应与箱底齐平;

7 装设水位调整器浮筒处的套筒应牢固,并与水位调整器连杆对准;

8 水位计应清洁、透明并设置防护罩;

9 水箱应具备高水位自动排水及水位报警装置,报警装置动作应灵活、无卡涩;

10 承压容器严密性试验应符合制造厂技术要求,非承压容器应做 24h 灌水试验且无渗漏;

11 箱罐支座的支承面标高应符合制造厂技术要求,表面应平整。

5.6.2 直接置放在混凝土基础上的平底箱罐安装应符合下列规定:

1 就位前应按 5.6.1 条规定进行严密性试验;

- 2 箱底外部应涂刷防腐漆;
- 3 箱底应平整并与基础接触密实。

5.6.3 箱罐活动支座应符合下列规定:

- 1 滚柱应平直无弯曲,滚柱表面及与其接触的底座和支座表面应光洁、无焊瘤、无毛刺;
- 2 底座应平整,安装时应保持水平;
- 3 滚柱与底座和支座间应清洁并接触严密;
- 4 滚动支座安装时,支座滚柱与底座在箱罐膨胀方向应预留膨胀位置。

5.6.4 箱罐充水前应清除内部锈垢、焊瘤和杂物,内壁防腐层的涂刷应符合设计要求。箱罐封闭前应经检查并签证。

5.6.5 承压容器安全阀的检查、安装应符合下列规定:

- 1 安全阀动作整定试验应符合《电力建设施工技术规范 第5部分:管道及系统》DL 5190.5的规定;
- 2 高压除氧器的安全阀应为全启式;
- 3 装设脉冲安全阀的水箱与安全阀连接应符合设计要求,并做脉冲阀与主阀的联动动作试验;
- 4 安全阀排放管疏水管道应畅通、无积水。

5.6.6 箱罐附设的梯子、平台、栏杆安装应符合下列规定:

- 1 焊接应牢固、不应倾斜翘曲,标高应符合设计要求;
- 2 人孔门上方平台应安装活动盖板;
- 3 内装热介质的相邻两个箱罐的连通钢平台应预留伸缩缝;
- 4 步道、栏杆及平台孔洞的根部应安装踢脚板。

5.6.7 除氧器安装除应符合 5.1 相关规定外,还应符合下列规定:

- 1 除氧器的淋水板应清理干净,孔眼应无堵塞、无铁屑,淋水板应水平,内部所有部件应采取防松措施;
- 2 喷水管分配头应拧紧,无堵塞;
- 3 除氧器内部应清洁、无杂物;
- 4 水平度偏差应不大于 2mm/m;

5 喷水嘴应逐个检查、清理,喷头焊接位置应符合制造厂技术要求;

6 除氧器及水箱安装完毕,壳体的孔洞应封闭。

5.6.8 除氧器与给水箱对接焊口的施焊工艺及焊缝检验应符合《火力发电厂焊接技术规程》DL/T 869 的规定。

5.6.9 内置式除氧器检查及安装试验等工作应符合 5.6.1~5.6.8 的规定。内置盘式碟型喷雾嘴安装前,凝结水系统管道应冲洗干净。

5.7 减温减压装置

5.7.1 本节适用于单独运行或与调整抽汽、背压式汽轮机并列运行的减温减压装置及高压锅炉供给低压汽轮机或热力用户的减温减压装置的施工。

5.7.2 减温减压装置及其管件和阀门的检查与安装应符合《电力建设施工技术规范 第5部分:管道及系统》DL 5190.5 的规定。减温水的截止阀、控制阀及减温减压器的疏水阀应关闭严密,动作灵活、准确。

5.7.3 减温减压装置的固定支座应安装牢固,减压阀和减温水调节阀的执行机构动作应灵活可靠,支座承力面应光洁、平整。

5.7.4 排汽管、疏水管的系统连接应符合制造厂技术要求,管道布置不应妨碍设备拆卸,并不应敷设在人行通道或靠近电气设施的位置。

5.7.5 减温减压装置安装完毕后应进行严密性试验,严密性试验应符合制造厂技术要求。

5.7.6 安全阀检查试验应符合 5.6.5 的规定。

5.7.7 减温减压器内部应清洁、无杂物,喷水管及其孔眼应畅通、无堵塞,与管系最终连接时应进行封闭签证。

5.7.8 接入凝汽器的蒸汽排放装置应符合下列规定:

- 1 挡汽板应能阻挡蒸汽冲刷管束,焊接应牢固,焊缝无裂纹;
- 2 内部应清洁、无锈皮、无杂物;

- 3 喷水管及其孔眼应畅通、无堵塞。

5.8 抽气设备

5.8.1 射汽抽气器检查应符合下列规定：

- 1 喷嘴和扩散管的喉部直径、喷嘴到扩散管的距离应符合设计要求；
- 2 喷嘴和扩散管的内壁应光滑，无损伤；
- 3 多级抽气器的级间隔板应无渗漏，隔板端面应与法兰密封面处于同一平面；
- 4 冷却器管束应清洁、无杂物、无堵塞、无损伤，隔板与外壳的间隙不宜超过 1mm；
- 5 抽气器水侧和蒸汽空气混合侧严密性试验应符合制造厂技术要求，铸件、焊缝、胀口、法兰应无渗漏；
- 6 疏水孔应畅通；
- 7 蒸汽入口应安装滤网，孔眼应小于喷嘴最小直径；
- 8 合金钢部件应进行光谱检验；
- 9 排汽管屋面穿孔处应采取防渗漏措施。

5.8.2 抽气器疏水管安装应符合下列规定：

- 1 一级疏水采用 U 形管输入凝汽器时，U 形管高度应符合设计要求且不宜低于 3.5m；直接接入凝汽器时应经扩容器接至凝汽器汽侧；
- 2 二级疏水采用疏水器输入凝汽器时，疏水器动作应灵活可靠、无卡涩；
- 3 辅助疏水管的高度应低于末级扩散管套的最低点。

5.8.3 射水抽气器检查应符合下列规定：

- 1 喷嘴和扩散管内壁应光滑、无锈蚀、无损伤；
- 2 喷嘴尺寸、喷嘴与扩散管间距应符合制造厂技术要求，并做记录。单喷嘴的中心线、多喷嘴的流束中心线应与扩散管中心线相吻合，水流应全部射入扩散管内；

- 3 各管段结合面止口间隙应均匀, 偏差应不大于 0.10mm;
- 4 空气侧止回阀动作应灵活、可靠, 灌水试验应严密不漏。

5.8.4 射水抽气器扩散管与排水排汽混合管连接时不应强力对口, 混合管支架应牢固。

5.8.5 射水抽气器水槽、水池或水箱内的设备安装应符合下列规定:

- 1 水槽内补充水管及溢流管应畅通;
- 2 射水抽气器排水气的管口浸入水面距离应大于 250mm;
- 3 射水泵吸入底阀距水槽底面的高度应大于 500mm, 并避开排水气管口, 出水口与进水口间应设挡水板, 距离水槽壁面的最小距离应符合设计要求;

- 4 水槽充水前应清理干净并封闭。

5.8.6 射水泵的检查和安装应符合 6.1 和 6.2 的规定。

5.9 真空系统严密性检查

5.9.1 排汽装置、凝汽器汽侧、低压缸排汽部分及处于真空状态的辅助设备与管道应在机组启动前进行真空严密性检查。检查方法应符合下列规定:

- 1 水冷、间接空冷凝汽器及真空系统应采用灌水查漏;
- 2 直接空冷排汽装置及真空系统应采用灌水查漏, 排汽管道、散热器应采用风压查漏。

5.9.2 汽轮机真空系统严密性检查应具备下列条件:

- 1 与汽轮机连接的管道、阀门及严密性检查范围内的管道与设备安装完毕并经检查合格, 焊口和法兰不应保温。
- 2 凝汽器汽侧内部应清理干净。
- 3 弹簧支撑的凝汽器, 灌水前应在弹簧处加临时支撑并检查各管道支吊架。
- 4 真空系统设备的水位计安装完毕。
- 5 试验范围内的真空表计已隔离。
- 6 灌水试验应有排水措施。

7 灌注用水可用除盐水或澄清的生水。

8 直接空冷装置严密性试验前,应拆除排汽管道的爆破膜、安全阀并临时封堵。排汽装置与排汽管道应用堵板隔离,堵板强度应经计算并符合制造厂技术要求。

9 测量装置应安装齐全,安装项目验收合格,采取的临时分界及相关措施应经建设、调试、监理及制造厂审批。

5.9.3 凝汽器灌水试验应符合下列规定:

- 1 灌水前应加装临时高位水位计;
- 2 水位高度宜在汽封洼窝以下 100mm,维持 24h 应无渗漏;
- 3 各抽汽管道及其他在主机启动时处于真空状态下的管道和设备均应灌水;
- 4 灌水试验完成后应排净水。

5.9.4 直接空冷机组排汽管道及散热器严密性试验应符合下列规定:

- 1 试验压力应符合制造厂技术要求;无要求时,宜为 0.03MPa~0.05MPa。
- 2 达到试验压力后,24h 内每隔 15min 记录精密压力表或 U 形差压计的计数。
- 3 平均压力下降速度应符合制造厂技术要求;无要求时,24h 内总压降应小于 5kPa,每小时压降应不大于 24h 平均压降速度。

5.9.5 真空系统严密性试验应检查下列部位无泄漏:

- 1 处于真空状态的容器、管道、阀门、法兰结合面、焊缝、堵头、插座和接头等;
- 2 凝汽器和加热器的水位计;
- 3 凝结水泵和加热器疏水泵的法兰;
- 4 与真空系统连接的阀门、疏水器、U 形水封管的外露部分;
- 5 凝汽器冷却管束及胀口、焊口;
- 6 与凝汽器连接的排汽缸接口、疏水扩容器及其他设备;
- 7 直接空冷排汽装置、排汽及配汽管道、散热器及抽真空

管道。

5.10 辅助设备试运行

5.10.1 汽轮机辅助设备试运行前条件应符合 3.3.2 的规定。

5.10.2 高低压给水管、主凝结水管、减温水管等与辅助设备连接的管道系统，应冲洗至水质透明、无杂质。

5.10.3 除氧器试运前除应符合 3.3.2 的有关规定外，还应符合下列规定：

- 1 安全阀经冷态整定合格，动作压力应符合设计要求；
- 2 调节阀应操作自如，开闭终端位置与外部指示相符；
- 3 除氧器就地水位计应指示正确，热工自动装置、仪表、远方操作装置经通电检查性能正常；
- 4 除氧水箱的溢流排放管通畅；
- 5 除氧器喷嘴应在凝结水系统冲洗完成后安装；
- 6 水箱支座滚柱及底座应清扫干净、不妨碍膨胀。

5.10.4 除氧器试运应符合下列规定：

- 1 蒸汽压力调节装置工作正常，能稳定维持除氧器压力在规定的范围内；
- 2 水位调节装置工作正常，溢流装置及高低水位报警信号动作可靠，就地水位计和远方水位计指示一致；
- 3 安全阀动作正确可靠、排汽畅通；
- 4 除氧器出力、水温达到设计值时，应无汽水冲击和振动；
- 5 在铭牌压力下正常运行时，除氧水含氧量应符合《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》GB/T 12145 的规定并达到铭牌出力。

5.10.5 减温减压辅助蒸汽站试运前条件除应符合 3.3.2 的规定外，还应符合下列规定：

- 1 汽水调节阀、控制阀应操作自如，开闭终端位置与外部刻度相符；

2 安全阀及附件安装应正确;

3 减温水系统、疏水系统安装正确,应符合试运行条件要求。

5.10.6 减温减压器调整试运行应符合下列规定:

1 设备流量、前后温度、压力等参数应符合设计要求;

2 安全阀整定应符合 5.6.5 的规定。疏水畅通,减温水调整门关闭后应严密不漏;

3 管道及其有关设备能自由膨胀。

5.10.7 热交换器试运前条件除应符合 3.3.2 的有关规定外,还应符合下列规定:

1 阀门、安全阀、疏水器、水位调整器、高低水位报警装置等动作应灵活并严密不漏;

2 有关的蒸汽管道最低点应安装疏放水装置;

3 投运前应冲洗干净。

5.11 质量验收应提交的技术文件

5.11.1 辅助设备安装质量验收时,应提交下列施工技术记录:

1 凝汽器基础检查和台板安装记录;

2 凝汽器支持弹簧安装记录;

3 凝汽器波形伸缩节冷拉间隙记录;

4 凝汽器壳体组合记录;

5 凝汽器就位、找平找正记录;

6 凝汽器管板间距记录;

7 凝汽器管板平面度记录;

8 凝汽器隔板同心度记录;

9 空冷装置钢结构安装记录;

10 空冷装置管束导轨安装记录;

11 抽气设备检查安装记录;

12 除氧器本体安装记录;

13 高、低压加热器安装记录;

- 14 其他热交换器安装记录;
 - 15 箱罐安装记录;
 - 16 旁路设备、减温减压装置检查安装记录。
- 5.11.2 辅助设备安装质量验收时, 应提交下列签证:
- 1 凝汽器穿管前检查签证;
 - 2 凝汽器与汽缸连接前检查签证;
 - 3 凝汽器及真空系统灌水试验签证;
 - 4 凝汽器汽侧、水侧封闭签证;
 - 5 空冷系统严密性试验签证;
 - 6 空冷装置汽侧封闭签证;
 - 7 空冷装置风道检查签证;
 - 8 抽气设备封闭签证;
 - 9 疏水扩容器封闭签证;
 - 10 除氧器封闭签证;
 - 11 热交换器水压试验签证;
 - 12 箱罐封装签证;
 - 13 旁路设备、减温减压装置封闭签证;
 - 14 间接冷却装置冷却三角的压力试验签证;
 - 15 间接冷却装置系统的冲洗签证。
- 5.11.3 辅助设备安装质量验收时, 应提交下列检验检测报告:
- 1 凝汽器或空冷装置冷却管束涡流探伤报告;
 - 2 空冷装置高强度螺栓抽样复检报告;
 - 3 合金钢部件材质复查报告;
 - 4 现场焊缝检测报告;
 - 5 安全阀整定校验报告。
- 5.11.4 辅助设备分部试运验收时, 应具备下列技术文件:
- 1 试运记录;
 - 2 分部试运签证书;
 - 3 分部试运期间重大缺陷处理技术记录。

6 汽轮机附属机械

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于汽轮发电机组的泵类、风机、旋转滤网、配套驱动装置的机械部分的施工。

6.1.2 附属机械壳体上应标明转动方向。

6.1.3 附属机械裸露的转动部分应装保护罩，保护罩应牢固、便于拆卸，不得与转动部分发生摩擦。

6.1.4 交付安装的混凝土基础应符合《电力建设施工技术规范 第1部分：土建结构工程》DL 5190.1 和 3.1.3 的有关规定。基础尺寸、中心线、标高、地脚螺栓孔和预埋件位置等应符合设计要求。

6.1.5 附属机械基础处理应符合下列规定：

- 1 与二次灌浆层接触的表面应凿毛、清除油污和其他杂物。
- 2 放置垫铁的混凝土表面应凿平，与垫铁接触应密实，垫铁安装后应无翘动。采用埋置垫铁时，应符合 4.3.4 第 4 款的规定。
- 3 地脚螺栓孔内应清洁、无杂物、无油垢。

6.1.6 垫铁配制应符合下列规定：

- 1 垫铁材料可采用钢板或铸铁；
- 2 垫铁表面应平整、无翘曲、无毛刺；
- 3 斜垫铁坡度宜为 $1/25 \sim 1/10$ ，薄边厚度应大于 5mm。

6.1.7 垫铁安装应符合下列规定：

- 1 垫铁应安装在地脚螺栓两侧和底座承力处，大型附属机械底座内、外侧应各放一组；
- 2 每叠垫铁不宜超过 3 块，特殊情况下允许 5 块，其中允许

用一对斜垫铁;

- 3 垫铁宜伸出底座边缘 10mm~20mm;
- 4 垫铁各承力面应接触密实,用 0.3 kg~0.5 kg 手锤轻敲,应无松动,调整结束后应在垫铁侧面点焊牢固;
- 5 设备底座与基础表面的距离应大于 50mm;
- 6 设备底座埋入二次灌浆混凝土的部位,应无浮锈、无油污、无油漆。

6.1.8 地脚螺栓安装应符合下列规定:

- 1 地脚螺栓应无油脂、无污垢;
- 2 地脚螺栓与其孔壁四周应有间隙;
- 3 地脚螺栓末端不应触及孔底;
- 4 螺母与垫圈、垫圈与底座应接触严密,并应采取防松措施;
- 5 地脚螺栓终紧后螺栓端部宜露出锁紧螺母 2 个~3 个螺距。

6.1.9 采用无垫铁安装工艺的附属机械安装应符合下列规定:

- 1 安装用临时垫铁或小千斤顶应稳固并便于拆除。
- 2 设备纵横中心线、标高、水平应符合设计要求。
- 3 地脚螺栓位置调整后应采取固定措施。
- 4 二次灌浆时施工人员应监视,防止设备移位。混凝土强度达到设计强度的 70%后方可拆除临时支垫物。

6.1.10 底座带有调整螺钉的附属机械如图 6.1.10 所示,安装应符合下列规定:

- 1 调整螺钉支承板的厚度宜为调整螺钉直径,支承板的面积应不小于 50mm×50mm;
- 2 支承板应平稳,并与基础混凝土表面接触密实;
- 3 不作为永久性支撑的调整螺钉,应在设备底座找平、找正用垫铁垫实后,松开调整螺钉;

4 永久性支承用的调整螺钉伸出底座底面的长度应小于螺钉的直径,在找平、找正、调整中心结束后,应将调整螺钉锁紧;

5 二次灌浆混凝土强度达设计强度的 70%后方可紧固地脚螺栓，紧固时应监视底座水平无变化。

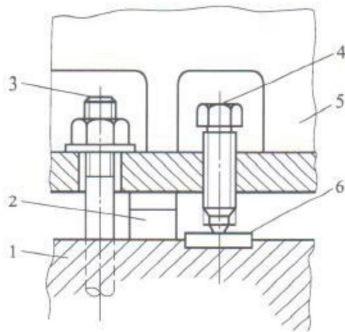


图 6.1.10 调整螺钉示意

1—基础；2—垫铁；3—地脚螺栓；4—调整螺钉；5—设备底座；6—支承板

6.1.11 附属机械纵、横中心线及标高应符合设计要求，偏差应不大于 10mm。设备的纵、横向水平应符合制造厂技术要求。最终定位后，可在设备中心线两侧的支脚上配装定位销。

6.1.12 轴承座检查应符合下列规定：

- 1 轴承座应无裂纹、无夹渣、无铸砂、无重皮、无气孔。
- 2 冷却水室应经 1.25 倍设计压力的严密性试验，保持 5min 应无渗漏。油室经 24h 的渗油试验应无渗漏。水路和油路应正确，内部应清洁、无杂物，油室与水室不应互相串通。
- 3 轴承座上的油位计或油位检查装置安装应正确、不渗油，油室应有放油丝堵并严密不漏。

6.1.13 大型附属机械的落地式轴承座检查和安装应符合 4.4.8 和 4.4.9 的规定。

6.1.14 滑动轴承的检查、安装除应符合 4.5 的相关规定外，还应符合下列规定：

- 1 轴径小于 100mm 时，轴瓦顶部间隙宜为轴径的 $2/1\ 000$ ，

且大于 0.10mm。轴瓦单侧间隙应为轴径的 1/1 000, 且大于 0.06mm。测量时塞尺塞进阻油边的深度应为 10mm~15mm。

2 下瓦两侧应有油楔。

3 轴承盖对轴瓦的紧力宜为 0.03mm~0.05mm, 球面瓦为 $-0.03\text{mm} \sim +0.03\text{mm}$ 。

4 带有油环的滑动轴承, 油环应光洁、接头应牢固, 无裂纹、变形等缺陷, 随轴转动灵活、无卡涩。

6.1.15 滚动轴承应清洁、无损伤, 工作面应光滑无裂纹、蚀坑和锈污, 滚动体和内圈接触应良好, 与外圈配合应转动灵活、无卡涩。

6.1.16 滚动轴承的组装应符合下列规定:

1 承受径向和轴向载荷的滚动轴承与轴承座端盖间的轴向间隙应符合制造厂技术要求; 无要求时宜为 0.20mm。

2 轴膨胀侧安装的滚动轴承与轴承座端盖间的轴向间隙应根据两轴承间的距离和运行温度计算该处的轴胀量, 并留出裕度。

3 轴承外壳应均匀地压住滚动轴承的外圈, 不得使滚动轴承歪扭。当允许轴承在外壳内轴向游动时, 外壳和轴承外圈的配合间隙宜为 $-0.01\text{mm} \sim +0.03\text{mm}$; 不允许游动时该间隙为 $-0.03\text{mm} \sim +0.01\text{mm}$ 。

4 滚动轴承内圈和轴的配合应有紧力。

6.1.17 轴承水平结合面不宜加垫料, 垂直结合面的垫料和涂料应正确选择, 见附录 C。

6.1.18 轴承用润滑剂应符合制造厂技术要求。无要求时, 可按下列原则选择:

1 轴承负荷、运行时轴的转速和工作温度;

2 油脂应检验合格并符合使用规定;

3 深沟球轴承的润滑应用润滑油, 不应用润滑脂。

6.1.19 轴承室的注油量应符合下列规定:

1 带油环润滑的滑动轴承的注油量,以油环直径的 $1/6 \sim 1/4$ 浸入油内为宜;

2 采用润滑油的滚动轴承,运行时油位高度应浸及滚体,但不应高出轴承的最低滚体中心;

3 采用润滑脂的滚动轴承,注入量宜为油室空间容积的 $1/3 \sim 1/2$ 。

6.1.20 轴承的梳齿型油挡间隙宜为 $0.05\text{mm} \sim 0.15\text{mm}$,下油挡底部应有疏油孔。

6.1.21 轴承冷却水管安装应符合下列规定:

1 管道及管件的内径不应小于水室进出口孔径,水量可用节流孔板调节;

2 接在自流式回水母管上的回水管应装设漏斗,回水出口不应对应正漏斗中心,漏斗内应有滤网;

3 回水母管管径应符合最大回水量要求,有足够的坡度,并不得与其他压力管道连接。

6.1.22 联轴器与轴的装配应符合下列规定:

1 装配前应测量轴端外径及联轴器内径,轴头设计有锥度时应测量锥度并涂色检查配合程度,接触应良好;

2 组装位置应符合制造厂的钢印标记,宜采用紧压法或热装法,不应用大锤直接敲击联轴器;

3 大型或高速转子的联轴器装配后,径向晃度和端面瓢偏应不大于 0.05mm 。

6.1.23 非固定式联轴器连接时,两端面间的距离应大于轴在运行时受热伸长量与轴向窜动值的矢量和。

6.1.24 联轴器找中心应符合下列规定:

1 联轴器中心的允许偏差应符合表 6.1.24 的规定;

2 联轴器中心预留偏差值应符合制造厂技术要求;

3 联轴器找中心应做记录,并在设备二次灌浆和有关管道正式连接后复测。

表 6.1.24 联轴器找中心允许偏差值

转速 n (r/min)	允许偏差值 (mm)			
	固定式		非固定式	
	径向	端面	径向	端面
$n \geq 3000$	0.04	0.03	0.06	0.04
$3000 > n \geq 1500$	0.06	0.04	0.10	0.06
$1500 > n \geq 750$	0.10	0.05	0.12	0.08
$750 > n \geq 500$	0.12	0.06	0.16	0.10
$n < 500$	0.16	0.08	0.24	0.15

6.1.25 齿形联轴器组装应符合下列规定：

- 1 使用中间轴时，两端轴的位置调整合格后再装中间轴；
- 2 组装完毕后应在联轴器内加入足量的润滑油或润滑脂，采用强制油循环的联轴器，进油喷嘴的方向应对准啮合面，喷嘴应固定牢靠且不得与联轴器相碰，回油应畅通，联轴器外壳应严密不漏。

6.1.26 弹性圈柱销联轴器装配应符合下列规定：

- 1 弹性圈和柱销应为紧力配合，紧力宜为 0.20mm~0.40mm，弹性圈和联轴器柱销孔之间的间隙以能自由放入柱销而不松旷为宜，装在同一柱销上的弹性圈，外径之差应小于 0.20mm；
- 2 柱销螺母应垫弹簧垫圈，联轴器装配后，当螺栓全部拧紧并紧贴在联轴器螺孔的一侧时，各螺栓侧面应均匀受力且不得卡死，另一侧应有 0.50mm~1.00mm 的间隙。

6.1.27 采用橡皮杆连接的联轴器的径向间隙应均匀。两半孔眼不应错口，橡皮杆直径应大于孔径 0.20mm~0.30mm，防止橡皮杆脱落的装置应锁紧。**6.1.28** 二次灌浆前检查应符合下列规定：

- 1 附属机械水平和中心应符合制造厂技术要求；
- 2 垫铁安装合格并点焊牢固；
- 3 底座浇入混凝土的部分和地脚螺栓应清洁、无油垢和

浮锈;

- 4 基础表面和地脚螺栓孔内应清洁、无杂物。

6.1.29 基础混凝土二次灌浆和养护,除应符合 5.1.6 的规定外,还应符合下列规定:

- 1 二次灌浆时地脚螺栓四周及底座空间应捣固密实且不应触动垫铁;

- 2 底座内侧孔洞的混凝土应高于底座表面,且无凹坑。底座外侧的混凝土应低于底座底板表面,但不低于底座底板高度的 1/2;

- 3 无底座的大型设备就位后地脚螺栓无法紧固时,应先浇灌基础的螺栓孔,待混凝土强度达到设计强度的 70%以上,可紧固地脚螺栓。

6.1.30 汽轮机组附属机械与管道连接除应符合 11.3.4 的规定外,还应符合下列规定:

- 1 设备的进、出口及管道内部,应清洁、无杂物;

- 2 连接应采取防止杂物落入的措施。连接工作应连续完成,如需中断应按 3.2.19 的规定处理;

- 3 管道冷拉不应使设备承受额外的作用力和力矩,管道支架调整不应使设备产生位移。

6.2 一般离心泵

6.2.1 离心泵安装前解体检查应符合下列规定:

- 1 铸件应无铸砂、重皮、气孔、裂纹等缺陷;

- 2 各部件结合面应无毛刺、伤痕、锈污,精加工面应光洁;

- 3 壳体上通往轴封和平衡盘等处的各个孔洞和通道应畅通、无堵塞,堵头应严密;

- 4 泵体支脚和底座应接触密实;

- 5 滑销和销槽应平滑无毛刺,滑销间隙应符合制造厂技术要求,无要求时总间隙宜为 0.05mm~0.08mm;

6 泵轮、导叶和诱导轮应光洁、无缺陷，泵轴与叶轮、轴套、轴承等相互配合的精加工面应无缺陷和损伤，配合应符合制造厂技术要求；

7 泵轮组装时，泵轴和各装配件的配合面应擦粉剂涂料或润滑剂；

8 组装后的转子、轴套、叶轮密封环处的径向晃动应符合表 6.2.1 的规定；

9 泵轴径向晃度应不大于 0.05mm；

10 叶轮与轴套的端面应与轴线垂直并接触严密；

11 密封环应光洁、无变形、无裂纹。

表 6.2.1 轴套和水泵叶轮密封环处径向跳动允许值 (mm)

标称直径	≤50	≤120	≤260	≤500	≤800	≤1250	>1250
径向晃度	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.16	0.20

6.2.2 泵体组装应符合下列规定：

1 叶轮旋转方向应与壳体标识一致，叶轮锁母应锁紧、防松措施可靠。

2 离心泵密封环与泵壳径向间隙应不大于 0.03mm，密封环应配有定位销，定位销应比泵壳水平结合面稍低。

3 密封环和叶轮配合处的径向间隙应符合表 6.2.2 的规定，且不应小于轴瓦顶部间隙。

表 6.2.2 水泵密封环径向间隙 (mm)

泵轮密封环处直径	80~120	120~180	180~260	260~360	360~500
密封环每侧径向间隙	0.12~0.20	0.20~0.30	0.25~0.35	0.30~0.40	0.40~0.60

4 密封环处的轴向间隙应大于泵的轴向窜动量，并不得小于 0.50mm。

5 大型水泵的水平扬度，应采用精确度不低于 0.1mm/m 的

水平仪在联轴器侧的轴颈上测量并调整至零。

6 用于水平结合面的涂料、垫料的厚度,应保证各部件的紧力值符合制造厂技术要求;用于垂直结合面的涂料、垫料的厚度,应保证各部件轴向间隙值符合制造厂技术要求,结合面定位销安装后,螺栓应均匀紧固。

7 带平衡盘的离心泵,其平衡盘的检查与安装应符合 6.3.3~6.3.4 条的规定。

8 装配好的水泵,未加密封填料时转子转动应灵活,不得有卡涩、摩擦等现象。

9 水泵与管道连接前,进、出口应临时封闭,确保内部清洁、无杂物。

6.2.3 填料密封的轴封装置安装应符合下列规定:

1 填料应质地柔软并具备润滑性,材质应满足工作介质和运行参数的要求;

2 填料函内侧挡环与轴套的径向总间隙宜为 0.50mm~1.00mm;

3 紧好填料压环后水封环应对准进水孔或使水封环稍偏向外侧,水封孔道应畅通;

4 盘根接口应严密,两端搭接角度应一致,宜为 45°,安装时相邻两层接口应错开 120°~180°;

5 加完填料后手动盘车,应无偏重;

6 填料压环与轴四周的径向间隙应均匀,不得与轴摩擦;

7 输送凝结水的泵类的密封水应采用除盐水或凝结水;

8 需要抽真空启动的循环水泵,水封水源除接自本身外,还应另接一外部水源,自身水封管上应加装止回阀或截止阀。

6.2.4 机械密封的轴封装置,如图 6.2.4 所示,安装应符合下列规定:

1 动环和静环表面应光洁、无划伤,粗糙度值应在 $Ra1.6$ 以下;

2 机械密封处轴的径向晃度应小于 0.03mm;

3 安装动环密封圈的轴套端部和安装静环密封圈的压盖或壳体孔的端部应有 4mm~5mm 的间隙；

4 检查确认弹簧无裂纹、锈蚀等缺陷，弹簧两端面与中心线的不垂直度应小于 5/1 000，同一组机械密封中各弹簧之间的自由高度差应小于 0.50mm，装入弹簧座内应无歪斜、无卡涩等现象，弹簧压缩量应符合制造厂技术要求；

5 动环和静环密封端面瓢偏应小于 0.02mm；

6 动静环表面及动静环密封圈，应涂抹清洁的润滑油或干粉二硫化钼，安装位置应符合图纸要求；

7 密封系统的冷却水和冲洗水的进口应装设不锈钢滤网，滤网孔径应符合制造厂技术要求，无规定时，宜小于 0.10mm。

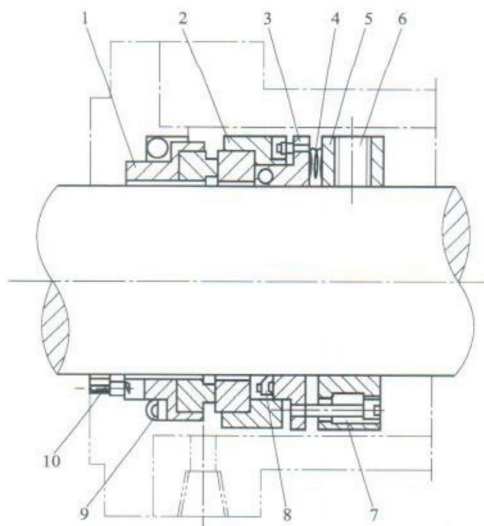


图 6.2.4 机械密封示意

1—静环；2—动环；3—压环；4—弹簧；5—弹簧座；6—固定螺栓

7—传动螺栓；8—轴封环；9—缓冲环；10—防转销

6.2.5 浮动环密封装置，如图 6.2.5 所示，安装应符合下列规定：

1 支承环、浮动环、轴或轴套上安装浮动环的部位，应光洁、无损伤，浮动环的轴向端面和内表面及轴套的外表面，粗糙度值应在 $Ra12.5$ 以下；

2 浮动环和支承环的密封端面应接触良好；

3 浮动环和轴套的径向总间隙宜为 $0.15\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ ；

4 支承环和轴套的径向间隙应四周均匀；

5 支承弹簧应无缺陷，同一组浮动环支承弹簧的自由高度偏差为 0.50mm ，放入弹簧座后不得有歪斜和卡涩现象；

6 密封水源应可靠，进口处应装设不锈钢滤网，滤网孔径应符合制造厂要求，无要求时宜小于 0.15mm 。

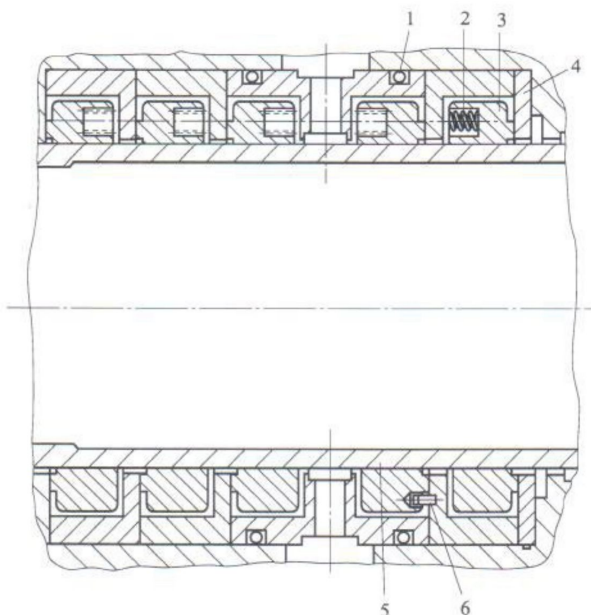


图 6.2.5 浮动环密封示意

1—O 形密封圈；2—弹簧；3—浮动环；4—挡环；5—轴套；6—销子

6.2.6 水泵吸入管底阀应灵活、无卡涩，底阀与池底、水泵与侧壁间的距离不得小于底阀或吸入管的外径。底阀及吸入管经灌水试验应无渗漏，滤网孔眼应畅通。

6.3 给水泵组

6.3.1 锅炉给水泵和其他多级高压离心泵及与之配套的液力耦合器、电动机或汽轮机的施工，除应符合 6.1~6.2 的规定外，还应执行本节的有关规定。

6.3.2 多级离心泵解体时应做下列检查并记录：

- 1 轴封装置各部分配合间隙及盘根数量；
- 2 各部件的配合间隙；
- 3 拆下推力瓦后，应在 0° 和 180° 两个方位测量轴窜值，偏差宜小于 0.10mm；
- 4 做抬轴试验，包括取出上瓦与取出上下瓦所测得的转子上下移动间隙；
- 5 转子的轴向总窜动量；
- 6 出入口端盖之间的距离。

6.3.3 水泵解体时，各固定部件的检查应符合下列规定：

- 1 壳体各结合面应平整、光洁、无贯通沟痕，用涂色法检查，圆周接触痕迹应无间断；
- 2 检查泵壳各个中段的结合面的不平行度偏差应小于 0.04mm；
- 3 相邻中段的止口配合间隙，宜为 0.00mm~0.05mm，各段结合面间的铜垫应经退火处理；
- 4 导叶衬套与导叶的配合间隙，宜为 0.00mm~0.03mm，装好后应加装骑缝螺钉或点焊且不应有凸起现象；
- 5 密封环与中段的径向配合总间隙，宜为 0.03mm~0.05mm；
- 6 导叶衬套处动静配合的径向总间隙宜为 0.40mm~0.60mm，密封环与叶轮的径向配合间隙应符合图纸要求，总间隙宜为 0.45mm~0.65mm；

7 第一级为双级叶轮时,前段护套与挡套的径向总间隙宜为 0.40mm~0.60mm;

8 静平衡盘的套筒部分与出水段泵壳的配合应为过渡配合并不得松旷;静平衡盘端面与壳体经涂色检查应接触密实、无间隙。

6.3.4 水泵解体时转子各部件的检查应符合下列规定:

- 1 轴颈的椭圆度和不柱度应不大于 0.02mm;
- 2 轴的径向晃度应不大于 0.03mm,轴的弯曲度应不大于 0.02mm;
- 3 叶轮和挡套等套装件的内径与轴的配合间隙宜为 0.00mm~0.03mm;热套装紧力应符合制造厂技术要求;
- 4 总装前应进行转子的预组装,校核各级叶轮出口流道中心位置及轴套螺母的装配位置,并作出标识和记录;
- 5 转子预组装后测量叶轮密封环、挡套、轴套平衡盘外圆等处的径向晃度应不大于 0.05mm,套装在轴上的各部件轴向应无间隙;
- 6 平衡盘表面应光洁,端面瓢偏应不大于 0.02mm;
- 7 静平衡盘套筒与轴套或调整套的总间隙宜为 0.50mm~0.60mm;

8 平衡鼓表面应光洁、无损伤,螺纹槽应畅通、无毛刺,平衡鼓与平衡套筒的单侧径向间隙宜为 0.25mm~0.35mm。

6.3.5 采用填料密封的轴封装置,除应符合 6.2.3 的规定外,还应符合下列规定:

- 1 轴封装置的挡板、压盖、衬套应清理干净、无缺陷;
- 2 冷却室衬套或填料函与轴套的径向间隙,宜比密封环处的间隙大 0.15mm~0.20mm,四周间隙应均匀。

6.3.6 给水泵解体后整体组装应符合下列规定:

- 1 组装前应在轴表面涂擦干粉涂料或防咬剂。
- 2 调整各叶轮间的轴向距离,叶轮出口应位于导叶进口宽度范围内。
- 3 逐级组装水泵各部件,组装后转子的轴向位置应与转子预

组装时的标识相符。

4 紧固穿杠螺栓时应对称进行,各螺栓的紧固程度应一致;采用热紧法紧固时,上下左右偏差应小于 0.05mm。

5 组装完毕应测量转子的轴向总窜动量,并调整平衡盘位置,使工作轴窜动量比总窜动量的 1/2 小 0.00mm~0.50mm。

6 动静平衡盘的不平行度应小于 0.02mm。

7 抬轴试验应两端同时抬起,放入下瓦后转子的上抬值宜为总抬起量的 1/2;当转子静挠度在 0.20mm 以上时,上抬值为总抬起量的 45%;在调整上下中心的同时,应保证转子相对静子的几何中心位置正确。

8 带有推力轴承的给水泵,推力轴承的检查与安装应符合 4.5.7 和 4.5.8 的规定。当推力盘与工作推力瓦块紧密接触时,动静平衡盘的轴向间隙、推力间隙应符合制造厂技术要求。

6.3.7 给水泵强制油循环系统的设备和管件的检查及安装,除按 8.1 节的有关规定执行外,还应符合下列规定并做记录:

1 主油泵星形轮与轴的总间隙宜为 0.06mm~0.10mm;

2 星形轮与壳体的径向总间隙宜为 0.5mm~0.7mm;

3 星形轮和出入侧板的轴向间隙,每侧宜为 0.06mm~0.10mm;

4 油泵的轴窜宜为 $0.5\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$;

5 星形轮的键与键槽的顶部应有约 0.20mm 的间隙;

6 油泵的吸入管安装时应加垫片,连接时不得强力对口,并严密不漏;

7 测量轴瓦进油孔板的直径。

6.3.8 双层壳体给水泵组装应符合下列规定:

1 检查确认内壳体支持键滚轮灵活、无卡涩,滑道应光洁、无毛刺;

2 检查内壳体与外壳体各有关相对位置尺寸应符合图纸要求,并做记录;

3 内壳体与外壳体间的各密封面应接触严密;

4 内壳体垫片的压缩量应符合图纸要求。

6.3.9 泵的测速、轴向位移测量、轴向推力监测等装置在安装前校验合格，安装应牢固，位置和间隙应符合制造厂技术要求。

6.3.10 给水泵组装完毕，除应有普通离心泵的技术记录外，还应做下列技术记录：

- 1 导叶衬套和转子的配合总间隙记录；
- 2 平衡盘的径向晃度与端面瓢偏记录，静平衡盘的套筒部分与衬套的径向配合间隙记录，动静平衡盘不平行度记录；
- 3 转子的总窜动量和工作轴窜动量调整记录，推力间隙及平衡盘的轴向间隙记录；
- 4 抬轴记录；
- 5 主油泵各部配合间隙记录；
- 6 双层壳体组装相关记录。

6.3.11 液力耦合器与电动机及给水泵的联轴器中心偏差值应符合制造厂技术要求。

6.3.12 电动机的检查与安装除按空冷发电机的有关规定执行外，还应符合下列规定：

- 1 大型电动机的转子与定子的磁力中心线应吻合；
- 2 电动机的定子与转子间的空气间隙四周应均匀，偏差应小于磁极平均空气间隙的 10%；
- 3 电动机与转动机械的联轴器找中心应符合 6.1.24 的规定；
- 4 电动机地脚螺栓紧固后，底部外露的螺杆、螺母、垫板应互相点焊牢固。

6.3.13 带底座的快装式驱动汽轮机，安装前可不做解体检查，但应符合下列规定：

- 1 汽轮机就位前应拆掉运输加固支撑，汽轮机底座应调平、找正，吊装时部件不得产生变形；
- 2 将转子推力盘与工作面贴紧，检查汽轮机前汽封套端面与前轴承箱盖垂直端面间的距离，转子轴上前凸肩前缘与前汽封套

端面间的距离应符合制造厂技术要求;

3 汽轮机转子与给水泵转子的联轴器中心偏差应符合制造厂技术要求;

4 支持轴承和推力轴承清理检查应符合 4.5.1、4.5.7 的规定,轴瓦间隙、紧力、推力瓦间隙应符合制造厂技术要求。

5 检查前后轴承箱挡油环径向间隙应符合制造厂技术要求。

6.3.14 驱动给水泵汽轮机的提板式调节汽门安装应符合 10.3.3 的规定。

6.3.15 汽动给水泵的汽轮机和主汽门的检查与安装,应符合第 4 章和第 10 章的相关规定。

6.4 立 式 泵

6.4.1 本节适用于立式离心泵、轴流泵和混流泵的施工。本节不包括深井泵和立式潜水泵。

6.4.2 立式泵安装前,土建工程除应符合 6.1.4~6.1.9 的规定外,还应符合下列规定:

1 进水侧水槽或流道的混凝土表面应无蜂窝、无孔洞、无露筋、无裂纹等缺陷;

2 水泵基础中心线与进出口水管接口构筑物中心线的偏差应不大于 10mm;

3 电动机与水泵分层安装的泵组,各层标高的相对偏差应不大于 10mm;

4 各层楼面开孔中心偏差应不大于 5mm,开孔尺寸应大于出水弯管的断面尺寸;

5 基础沉降应均匀。

6.4.3 立式泵的底座、中间节、进水锥管、叶轮外壳、导叶体等部件如图 6.4.3 所示,检查应符合下列规定:

1 底座及外壳各节的结合面、承插止口、填料压环等应平整,无毛刺、无变形;

2 分成两半的外壳，吊装前应进行立式组合，结合面及各节法兰或止口的配合应符合制造厂技术要求。

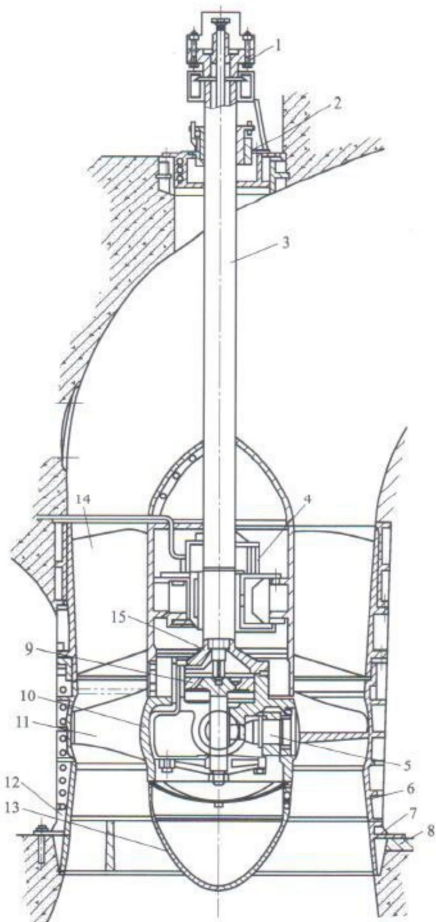


图 6.4.3 大型立式轴流泵示意

- 1—联轴器；2—填料函；3—主轴；4—导轴承；5—叶片驱轴；6—壳罩；
7—泵底座；8—调平装置；9—油封；10—叶轮；11—叶片；12—填料圈；
13—导水锥；14—导叶体；15—油管

6.4.4 立式泵固定部分安装应符合下列规定：

1 底座就位找正应符合设计要求，允许偏差见表 6.4.4。底座与垫铁、垫铁与垫铁、垫铁与基础应接触密实。

表 6.4.4 立式泵底座安装允许偏差

项 目	允 许 偏 差
标高 (mm)	≤ 5
中心 (mm)	≤ 3
端面水平度 (mm/m)	≤ 0.05

2 底座地脚螺栓浇灌混凝土强度达到设计强度 70%以上时，可紧固地脚螺栓；紧固后应复测底座水平，合格后可进行底座二次浇灌。

3 带接长轴的立式泵安装时，应测量主轴密封、导轴承及底座法兰三处中心偏差，应不大于 0.20mm。

4 各节结合面应接触严密，用 0.05mm 塞尺检查应不入。

5 上下各节结合面的填料圈应压正、压紧，不得有局部凸起、脱槽或断裂，法兰结合面密封涂料宜采用硅酮密封胶。

6 大型轴流泵固定部分安装还应符合下列规定：

1) 当泵壳体各节安装后水泵叶轮无法装入时，应在底座就位后先将叶轮与导水圈等部件组合并临时就位；

2) 导叶体与上节泵座正式连接后，应复查其水平、标高及中心，确认合格后方可对泵座进行二次灌浆，埋入部件与混凝土之间结合应密实，底座、泵座等浇灌后上部应填灌防渗填料；

3) 二次灌浆层达到强度后，临时拆掉叶轮外壳时，对两半外壳的中分面应用夹具拉紧，防止变形。

6.4.5 立式离心泵转子部件的检查、组装，应符合下列规定：

1 水泵的组装工作应在竖立状态下进行。

2 带诱导轮的离心泵，诱导轮与密封圈应光洁、无损伤，径向总间隙为诱导轮最大直径的 $1/1\,000 \sim 1.5/1\,000$ ，且应四周均匀。

3 带平衡鼓的立式离心泵，平衡鼓与套筒应光洁、无损伤，螺旋槽应畅通，无毛刺、无杂物，径向单侧间隙宜为 $0.25\text{mm} \sim 0.35\text{mm}$ ，平衡套与壳体应紧密配合、无松动，如图 6.4.5 所示。

4 水泵主轴联轴器法兰平面坡度偏差应不大于 0.05mm/m 。

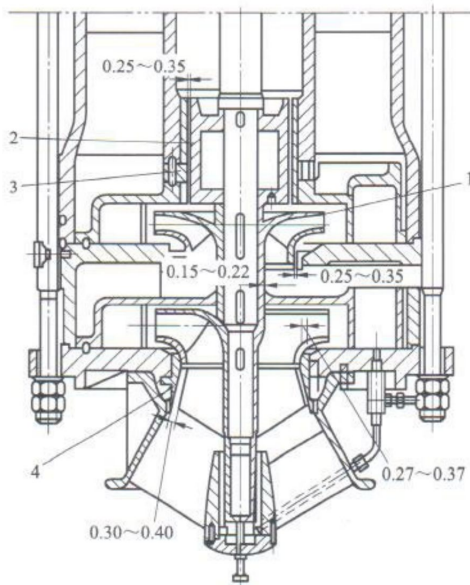


图 6.4.5 立式多级离心泵示意 (mm)

1—叶轮；2—平衡鼓；3—平衡套筒；4—诱导轮密封圈

6.4.6 立式轴流泵调节式转子部件的检查、组装应符合下列规定：

1 泵轮各部件经检查无锈污、无毛刺、无损伤，解体时应打好配合标记；

2 叶片转动机构各部件的配合应灵活、不松旷、无卡涩；

3 转臂与止推轴套端面间隙应为 $0.10\text{mm} \sim 0.15\text{mm}$ ，转臂与

转子体内壁应无卡涩；

4 叶片枢轴与转子体应对号组合，叶片枢轴与轴套在轴向的窜量应小于 0.50mm，枢轴在轴套内应转动灵活；

5 固定叶片的环键与键槽应为过渡配合，松紧适度；

6 叶片密封装置的弹簧、压环及垫环、转子体与垫圈的接触部位应平整、无毛刺，垫圈应平整、厚度均匀、富有弹性；

7 螺栓应均匀压紧垫圈，不得紧偏；

8 全调节式的叶轮部件在组装时应按制造厂技术要求进行密封装置严密性试验，试验油温不得低于 5℃，试验过程中各组合缝及螺孔等应无渗漏；

9 叶片应在试压同时进行动作试验，油动机活塞与叶片动作应灵活平稳、行程符合图纸要求，转子体上转角最大和最小位置之间，应按设计要求度数标出分度；

10 本条第 8 款、第 9 款可用压缩空气试验；

11 叶轮在正式安装前应与壳体试装配，叶片端部应无显著凸凹，与壳体间隙宜为 2mm~3mm，并应均匀一致，叶片根部在整个调角范围内与转子体应无卡涩；

12 转子部件各过流面螺栓最终紧固后，在螺孔处应浇铸铅、环氧树脂或其他能固化的防水填料。

6.4.7 立式轴流泵主轴检查应符合下列规定：

1 核对主轴长度与泵轮至联轴器法兰面的设计标高间的距离，记录其测量值。

2 主轴各精加工部位应光洁、无损伤；平放状态下，弯曲度、轴颈晃度、联轴器晃度及瓢偏应符合表 6.4.7 的规定；轴的最大弯曲点应做标记，供测量摆度时参考。

表 6.4.7 立式轴流泵主轴测量

测 量 项 目	要求 (mm)
主轴弯曲度	<0.10

续表 6.4.7

测 量 项 目	要求 (mm)
轴颈处径向晃度	<0.06
联轴器端面瓢偏	<0.04
联轴器径向晃度	<0.04

3 导轴承与主轴轴颈的接触及间隙应符合制造厂技术要求, 橡胶轴承不得接触油脂。

4 全调节式的轴流泵主轴内部及油管应清理洁净, 内部油管接头应装好垫片并接触严密, 螺栓应均匀紧固并锁紧。

6.4.8 立式轴流泵主轴与泵轮安装应符合下列规定:

1 主轴安装前泵轮组合体如在壳体内临时就位时, 泵轮不应直接压在底盖上。

2 主轴与转子体正式安装前, 实测联轴器的高程和泵轮的位置应符合制造厂技术要求。

3 主轴与泵轮连接的结合面应严密, 用 0.05mm 塞尺检查应不入, 最终连接时结合面应加防水涂料, 螺栓紧固应均匀, 螺母应采取防松措施。

4 以联轴器法兰平面水平为基准调整主轴与泵轮连接后的主轴垂直度。

5 测量主轴与导轴承孔上下圆周各点的间隙, 测量主轴瓦的厚度, 两者偏差应符合制造厂技术要求。

6 泵轮在壳体内部的轴向中心实际位置, 应与壳体中心印记相对联轴器法兰平面的标高差一致; 当叶片在最大或最小转角位置时, 在上、中、下三点测量叶片与外壳的径向最小间隙应符合图纸要求, 间隙偏差应不超过实际平均间隙的 20%。

7 安装主轴时叶轮的定位标高应比设计值稍高, 使叶轮下缘与外壳单边间隙大于上缘与外壳单边间隙的 5%~15%。

8 主轴的正式定位应在电动机定子找正后进行, 在电动机安

装前水泵主轴初步标高位置应比设计标高低, 所低数值为联轴器法兰止口深度加 2mm~6mm。

6.4.9 电动机直接坐落在泵体上的立式泵, 其检查与安装应符合 6.3.12 的规定。

6.4.10 单独装在机架上的大型立式电动机检查应符合下列规定:

1 机架支腿各结合面应平整、无损伤, 上下机架油槽应经渗油试验应无渗漏;

2 电动机联轴器的端面瓢偏应不大于 0.04mm;

3 电动机的电气部分经电气专业检查, 接触电阻和绝缘电阻等应符合制造厂技术要求;

4 电动机风扇应无变形、无锈蚀、无裂纹等缺陷, 叶片方向及高度应符合图纸要求, 叶片镶装应牢固、无松动;

5 电动机冷油器应进行 1.25 倍的设计压力的水压试验, 保持 5min 应无渗漏; 装入油槽的管件接头应连接牢固并无渗漏;

6 上机架放油管丝堵等接头应连接牢固, 严密无渗漏。

6.4.11 大型立式电动机机架和定子的安装应符合下列规定:

1 电动机底座的安装标高, 应以水泵联轴器标高为基准, 使电动机转子磁场中心比定子磁场中心略低, 其偏差值应小于电动机定子硅钢片有效高度的 0.4%。

2 下机架安装应使定子标高符合本条第 1 款的规定, 允许偏差应不大于 1mm; 与水泵底座中心偏差应不大于 1.5mm; 机架水平偏差应不大于 0.10mm/m。

3 下机架连接后应安装定位销, 螺栓紧固后, 结合面用 0.05mm 塞尺检查应不入, 局部有间隙的面积总和应小于结合面的 30%。

4 定子吊装就位后与下机架的结合面应严密, 用 0.05mm 塞尺检查应不入, 并用定位销固定。

6.4.12 大型立式电动机转子检查应符合下列规定:

1 机架、定子、转子应清扫干净, 定子的中心位置应符合制

造厂技术要求；

2 测量并调整下机架导轴承部位的几何尺寸应大于联轴器法兰尺寸；

3 水泵主轴、导轴承及密封环已安装完毕。

6.4.13 大型立式电动机转子吊装时，应在各磁极部位加临时保护垫片，防止碰伤转子和绝缘，吊装工作应按已审批的技术措施进行。转子中心调整后应调整定子铁芯与转子各磁极间的空气间隙，各实测值与平均空气间隙差应小于平均间隙的 10%。

6.4.14 大型立式电动机轴承如图 6.4.14 所示，检查应符合下列规定。

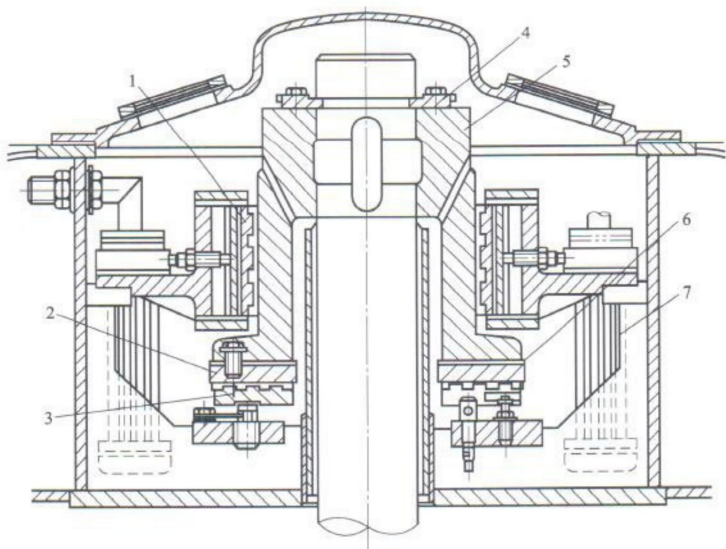


图 6.4.14 电动机推力轴承示意

1—上导轴承；2—推力盘；3—推力轴承；4—卡环；

5—推力头；6—绝缘垫片；7—冷油器

1 油槽内壁应清理干净，各结合面应加耐油垫料、涂料，油

槽经 4h 渗油试验, 应无渗漏;

2 推力轴承的推力盘应平整光洁、无损伤;

3 推力瓦与推力盘应涂色检查接触, 接触面积应大于 70% 且点状均匀分布, 每个瓦块的进出油侧应有油楔;

4 推力轴承各绝缘部件应符合 9.1.11 的规定;

5 各导轴瓦在主轴平放时与主轴轴颈对研, 接触点应均匀, 各导轴瓦的支承螺栓与轴瓦应配合良好;

6 电动机上机架安装就位后, 推力座和挡油圈应与机架同心, 推力座底面与上机架结合面应无间隙;

7 推力头、卡环与轴的配合尺寸、推力头键与键槽配合应符合制造厂技术要求。

6.4.15 推力轴承安装应符合下列规定:

1 推力头套装前, 推力盘的水平度应在推力瓦不涂油的情况下进行调整, 水平偏差应不大于 0.02mm/m。高程应比设计标高高出机架荷重下的挠度值。

2 推力头套装应符合制造厂技术要求。

3 卡环应修研装入, 受力后用 0.03mm 塞尺检查, 间隙长度不得超过圆周的 20%, 且不得连续。

4 应在转子中心找正后、推力盘位于水平的状态下调整推力瓦, 各瓦块支持螺栓受力应均匀, 调好后应随即锁紧。

5 盘车测量并调整转子摆度, 联轴器处相对摆度应不大于 0.02mm/m; 复测推力头水平、泵轮与壳体的间隙、定子与转子的空气间隙应符合制造厂技术要求并做记录。

6 推力轴承注油后顶起转子, 测量绝缘电阻值应符合制造厂技术要求, 无要求时宜大于 0.3M Ω 。

6.4.16 大型立式泵与电动机联轴器中心调整应符合下列规定:

1 将水泵与电动机联轴器连接测量整体摆度, 超过允许偏差时, 应先单独调整电动机摆度, 再连接水泵进行调整。

2 回转部件与固定部件应无碰擦, 水泵叶轮与外壳间隙、电

动机转子与定子空气间隙应符合制造厂技术要求。

3 水泵与电动机联轴器按标记对正,并用配套的销钉螺栓紧固,结合面用 0.05mm 塞尺检查应不入。

4 上导轴承单侧间隙临时调至 0.05mm,下导轴承及主导轴承松开,推力盘调平并有半数推力瓦受力,转子整体处于自由悬吊状态。

5 在上导轴承轴颈、主导轴承轴颈及联轴器处摆度应符合制造厂技术要求,无要求时应符合表 6.4.16 的规定。

表 6.4.16 转子摆度允许偏差值 (mm)

摆度	轴名称	测量部位	摆度允许值			
			轴的转速 (r/min)			
			<100	100~250	250~375	375~600
相对摆度	电动机轴 水泵轴	联轴器处 水泵导轴承处	0.03 0.05	0.03 0.05	0.02 0.04	0.02 0.03
绝对摆度	水泵轴	水泵导轴承处	0.40	0.40	0.30	0.20

注:相对摆度为每米长度的晃度。绝对摆度为该点实测的晃度。

6 允许加调整垫片的固定式联轴器中心调整应符合 4.7.8 的规定,偏差应不大于 0.10mm,联轴器水平及高程符合规定后,应按两联轴器间不同部位的间隙配制中间垫片,螺栓紧固后应无间隙。

6.4.17 大型立式泵导轴承安装应符合下列规定:

- 1 导轴承安装应符合 6.1.14、6.1.15 的有关规定。
- 2 轴瓦托盘与轴瓦座应垂直,结合面的局部间隙应小于 0.20mm。
- 3 轴瓦上压板与轴瓦间隙应为 0.50mm。
- 4 导轴承间隙最终调整应在转子摆度调整合格后进行,间隙应符合制造厂要求;无要求时,上导轴瓦单边间隙为 0.08mm~

0.10mm, 下导轴瓦总间隙为 0.16mm~0.24mm。

5 导轴承与轴颈上下间隙不等时可调整外套补偿。

6 导轴承间隙调整合格后应将调整螺栓锁紧, 有关附件安装应齐全。

6.4.18 全调节式轴流泵的液压调节系统及油系统部套的检查、安装应符合第 10 章的有关规定外, 还应符合下列规定:

1 配油器底座的上法兰面水平度偏差应不大于 0.06mm/m。

2 配油器处径向晃度应不大于 0.10mm。

3 向系统注油至运行油位, 用压缩空气按 6.4.6 的规定做密封试验, 各密封部位应无渗漏; 各阀件应经 1.25 倍的设计压力的严密性试验无渗漏。

4 调节器与电动机轴的同心度偏差应不大于 0.06mm。

5 水泵叶片角度、油动机活塞行程与调节器叶片位置指示应一致。

6.4.19 与电动机同基座布置的混流泵或斜流泵安装应符合下列规定:

1 各连接管与台板等固定部件的结合面应干净、平整, 并在不使用密封胶的结合面上涂抹防锈油;

2 在吊装过程中, 吸入喇叭管不得承受重力或作泵体支撑;

3 泵体的台板就位、找平、找正后, 应紧固地脚螺栓;

4 组装吸入喇叭管、外接管、出水连接管、导流片接管及导流片等固定部件时, 各法兰结合面应涂密封胶;

5 组装转子组合件时, 应由下向上依次套装, 套装在轴上的导叶、导轴承润滑接管等固定部件结合面处应涂密封胶;

6 转子组件吊入叶轮室就位时, 动静凸耳圆周方向应互相接合, 处于防旋位置;

7 填料函的中心应与主轴的中心一致, 偏差应不大于 0.10mm;

8 泵的联轴器应在叶轮、导叶体、各轴套、上下轴的套筒联轴器、润滑液内接管、填料函等部件在主轴上依次套装完成后

组装;

9 电动机联轴器与轴为过盈配合时,应采用等温加热套装,加热温度应低于 175℃,不得用火焰直接烘烤联轴器内孔;

10 电动机就位后,测量电机轴填料函与传动轴的四周间隙,偏差应不大于 0.05mm;提升水泵联轴器与电动机联轴器连接;

11 紧固电动机与支座的连接螺栓后应复测中心,偏移值应小于 0.02mm;

12 中心调整结束后,应在指定位置钻铰定位销孔并配制定位销。

6.4.20 立式泵各部件全部安装完毕后盘动转子,听音检查应无摩擦声。

6.5 深 井 泵

6.5.1 深井泵的井管应符合下列规定:

1 井管应无弯曲和倾斜,偏差宜为 0.20mm/m。

2 井管管口伸出基础相应平面距离应大于 25mm。

3 基础与井管外壁间应垫放软质隔离材料,防止基础下沉时井管弯曲或倾斜。

4 井管内应清洁、无杂物。如水质污浊,泥沙质量比超过 0.01%时,井穴应进行清洗。

6.5.2 深井泵如图 6.5.2 所示,检查应符合下列规定:

1 螺纹连接的深井泵和扬水管,扬水管及支架联管器的螺纹及端面应用煤油清洗,端面应与轴线垂直,螺纹应完好、无损伤。

2 法兰连接的深井泵,各级法兰结合面应平行,结合面应与轴线垂直。

3 联轴器及传动轴的端面应平整并与轴中心垂直,端面瓢偏应不大于 0.04mm;传动轴应平直,径向晃度应不大于 0.20mm,螺纹应完好、无损伤。

4 叶轮与轴装配后,应无松动。

5 法兰连接的多级离心深井泵，防沙罩与密封环、泵轮与密封环、平衡鼓与平衡套等的配合间隙应符合制造厂技术要求。

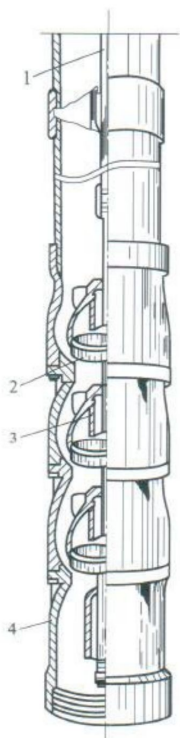


图 6.5.2 深井泵示意

1—传动轴；2—叶轮；3—轴承；4—进口叶壳

6.5.3 深井泵安装应符合下列规定：

- 1 泵体组装时应将泵轴水平放置，叶轮和叶壳的锥面应逐级吻合。
- 2 泵体组装后应检查叶轮的轴向窜量，宜为 6mm~8mm。
- 3 出水叶壳紧固后，复查泵轴伸出长度应符合制造厂技术要求。无要求时，偏差应不大于 2mm。

4 安装过程中,下泵管的夹具应加衬垫紧固,严防设备坠入井中,井管采用螺纹连接时,夹具夹持点应离螺纹约 200mm。

5 用传动轴连接的深井泵,两轴端面应清洁。

6 用泵管连接的深井泵,结合部位应按制造厂技术要求加涂料,丝扣不得填麻丝。管道端面应与轴承支架端面紧密结合,螺纹连接管节应与泵管拧紧。当泵管连接处无轴承支架时,两管端面应位于螺纹连接管节的中部位置,错位应小于 5mm。

7 泵座安装时,应平稳、均匀地套入传动轴,泵座与泵管的连接法兰应对正,连接螺栓紧固应对称均匀。

8 泵座二次灌浆应在底座找正后进行。

9 叶轮与导水壳间的轴向间隙,应按设备技术文件和传动轴的长度准确计算后调整,锁紧装置应牢固。

6.5.4 潜水深井泵电动机安装应符合下列规定:

1 电动机与泵座结合面应紧密,中间不得加衬垫,电动机转子轴孔与传动轴间的间隙应均匀,正式连接前应确认电动机与水泵旋转方向一致;

2 电动机与水泵组装后,电动机应浸入凝结水,24h 后用 500V 绝缘电阻表测量绝缘电阻值应大于 $5M\Omega$;

3 电动机电缆线应紧附在扬水管上,接头应在水中浸泡 6h,用 500V 绝缘电阻表测量其绝缘电阻值应大于 $5M\Omega$ 。

6.6 空冷风机和水塔风机

6.6.1 空冷风机和水塔风机安装前检查应符合下列规定:

1 传动轴应平直,联轴器止口应吻合不松旷,端面瓢偏应不大于 0.03mm。

2 齿轮、蜗轮、油箱、减速箱、轴承箱壳体内应无油垢、无铸砂、无气孔、无锈蚀。

3 齿轮油泵的检查和安装应符合 10.7.2~10.7.3 的规定。

4 锥形齿轮和变速齿轮的啮合应良好且接触均匀,齿顶间隙

和齿侧间隙应符合制造厂技术要求；无要求时，齿顶间隙为模数的 $1/3$ ，齿侧间隙应符合表 4.9.3 的规定。

5 齿轮油泵至各轴承及齿轮啮合处的油路应清洁、畅通、无堵塞。

6 滤网应清洁、安装正确。

7 油挡间隙宜为 $0.10\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ 。

8 油窗玻璃应透明、无损伤，结合面无渗漏。

9 风叶无卷边、无损伤、无裂纹，叶顶及叶片肩部的泄水孔应畅通。

10 各连接部分不应松旷。

6.6.2 齿轮箱安装应符合下列规定：

1 齿轮箱与风机支座平面自由状态下应接触严密，不得强力紧固；

2 齿轮箱底板的水平度应不大于 0.20mm/m ；

3 齿轮箱的主动轴晃度应不大于 0.05mm ；

4 盘动主轴应灵活、无卡涩；

5 齿轮箱盖的螺栓应锁紧。

6.6.3 轮毂安装应符合下列规定：

1 轮毂支板内孔表面应擦拭干净，并按制造厂要求涂抹润滑材料，无要求时宜采用锂基润滑脂；

2 轮毂在减速器输出轴上组装时，螺栓紧固力矩应符合制造厂技术要求，紧固后应用止动垫片锁紧。

6.6.4 风筒安装应符合下列规定：

1 风筒各拼块结合面之间应加装密封垫片，各拼块之间的紧固螺栓应有防松措施；

2 校核拼装后的风筒直线段的内径应符合制造厂技术要求；

3 风机桥架上与风筒相连的吊装孔分布圆应与风机旋转中心同心，分布圆直径应符合制造厂技术要求；

4 风筒与风机桥架的连接件应齐全，安装应符合制造厂技术

要求。

6.6.5 叶片安装应符合下列规定：

- 1 安装叶轮前应检查驱动轴端的同心度，径向晃度偏差应不大于 0.02mm。
- 2 叶片吊装应使用专用工具，防止碰伤。
- 3 风机各叶片应按照制造厂标记分别装入轮毂内；无标记时，应检查对称叶片的质量，其偏差应调整在 0.5 kg 以内。
- 4 按照制造厂技术要求，调整各叶片的安装角度，偏差应小于 0.5°，调整完毕应锁定。
- 5 风叶叶顶与风筒之间的间隙应符合制造厂技术要求且四周一致。

6.6.6 风机轴找中心应符合下列规定：

- 1 风机的长传动轴各联轴器应保持同心，偏差应不大于 0.05mm/m；
- 2 减速机与电动机的弹性联轴器中心，外圆偏差应不大于 0.15mm，水平放置时其端面上张口应不大于 0.10mm。

6.6.7 大型风机油系统安装应符合下列规定：

- 1 独立的油系统检查应符合 10.1 的相关规定；
- 2 油系统和水冷系统应清理干净且严密不漏；
- 3 齿轮箱内喷油管的喷油位置应正确，卡箍应固定牢固；
- 4 轴承和齿轮使用的润滑剂牌号应符合制造厂技术要求。无要求时，夏季宜采用 30 号机械油，冬季宜采用 20 号机械油，参见附录 D。

6.7 旋 转 滤 网

6.7.1 旋转滤网基座检查应符合下列规定：

- 1 两侧埋件的密封板几何尺寸应符合设计图纸要求，全长应垂直并与旋转滤网架构的立柱对正；
- 2 密封板的密封面应平整、无任何凸出物，密封板接头应平

滑, 螺栓头应低于密封板平面;

3 基座销子与架构销孔的偏差应不大于 5mm, 独立基座应处于同一水平面上, 偏差应不大于 5mm;

4 密封板支座与混凝土框表面接触应密实;

5 导轨应垂直, 全长垂直偏差应小于 3mm, 导轨连接处错口量应小于 1.5mm, 两导轨应平行, 间距偏差应小于 3mm, 下部两侧弧形导轨的圆心标高偏差应不大于 3mm;

6 基座埋件应涂刷防腐涂料。

6.7.2 旋转滤网安检查应符合下列规定:

1 构件应无变形、无损坏, 尺寸应符合制造厂技术要求;

2 滤网链条的铰接销应不松旷、不卡涩;

3 滤网的长、宽、厚度、对角线等尺寸偏差应不大于 5mm;

4 螺栓、网子、框架等没于水下的部件, 材质应具有防锈功能并采取防松措施;

5 减速机应符合 4.9 的相关规定;

6 焊缝应无裂纹、无漏焊。

6.7.3 循环水为海水的旋转滤网, 应使用耐海水腐蚀的材料。

6.7.4 旋转滤网的组合与安装应符合下列规定:

1 起吊应平稳, 不得使架构产生永久变形;

2 各部位螺栓应锁紧;

3 荷重轴上齿轮的保护销位置应正确, 不得任意调换;

4 荷重轴两端链轮的位置应互相对准, 链轮键应装配牢靠;

5 链轮的链槽应与链环辊子吻合;

6 链环小轴上各油孔应畅通, 注油装置应良好;

7 冲洗设备、反射器和排水槽位置、卡刀和冲洗设备的配合位置应正确, 卡刀应能灵活转动和推动;

8 荷重轴应水平, 链条滚子在导轨槽中应灵活、无卡涩, 锁母或销子应锁紧;

9 金属盖板及传动装置保护罩应安装齐全、平整、牢固。

6.8 真 空 泵

- 6.8.1 安装前基础验收符合 6.1.4、6.1.5 的规定。
- 6.8.2 地脚螺栓、垫铁配制应符合 6.1.6~6.1.8 的规定。
- 6.8.3 组装应符合 6.2.2 的有关规定。
- 6.8.4 冷却器严密性试验应符合制造厂技术要求；无要求时应按设计压力的 1.25 倍水压进行试验，保持 5min 应无渗漏。
- 6.8.5 联轴器找中心及连接应符合 6.1.24 的有关规定。
- 6.8.6 二次灌浆应符合 6.1.28~6.1.29 的有关规定。
- 6.8.7 真空泵与管道连接应符合 6.1.30 的有关规定。

6.9 附属机械试运行

6.9.1 附属机械试运行前除应具备 3.3.2 的有关条件外，还应检查下列内容：

- 1 电动机经过单独空负荷试运行合格，旋转方向正确，就地事故按钮应按设计要求安装、调整并经试验合格；
- 2 盘动转子，检查设备内部应无摩擦和卡涩等异常现象；
- 3 裸露的转动部分应装好保护罩；
- 4 自动联锁保护装置模拟试验应动作灵敏、准确；
- 5 水泵入口未设计滤网时，试运前应加装有足够通流面积的临时滤网，运行至水质清洁后拆除；
- 6 带变频启动装置的附属机械试运前应确认变频装置已调试验合格。

6.9.2 驱动给水泵的汽轮机试运行前应具备下列条件：

- 1 汽轮机的进汽管道、轴封供汽管道等应吹扫合格；
- 2 润滑油、顶轴油、液压油等系统经循环冲洗合格，油质符合标准规定；
- 3 真空系统经严密性检查合格，真空、轴封及循环水系统具备投用条件。排汽门水封应正常供水；

- 4 凝结水系统经冲洗合格;
- 5 汽轮机主汽门、调节汽门及有关阀门开闭正确、严密不漏;
- 6 排汽直接排至主机凝汽器时, 主机盘车应投入运行。

6.9.3 驱动给水泵的汽轮机试运行应符合下列规定:

1 汽轮机试运除进行单机空负荷额定转速试转、调节系统试验与调整外, 还应进行下列试验:

- 1) 油箱油位保护试验;
- 2) 备用主油泵自启动试验;
- 3) 直流润滑油泵自启动试验;
- 4) 危急遮断器充油试验;
- 5) 汽轮机超速及危急遮断器试验;
- 6) 高、低压主汽门及调节汽门开、闭试验;
- 7) 高、低压汽源切换试验。

2 汽轮机的排汽、凝结水系统与主汽轮机连接时, 真空应与主机保持一致;

3 汽轮机停机破坏真空时, 应先与主机隔绝完毕, 在排汽门送上水封的情况下进行, 并应同时监视主机的真空变化;

4 在主汽轮机运行的情况下, 给水泵汽轮机抽真空应利用抽真空阀或汽缸疏水阀缓慢进行, 不应影响主机真空。

6.9.4 汽动、电动给水泵启动试运前应按规定进行试验或模拟试验, 保护装置应正常投入。

6.9.5 给水泵试运前除应符合 6.9.1 的规定外, 还应具备下列条件:

1 强制循环的油系统应经油循环和冲洗至管道清洁, 油质符合 10.8.11 的规定;

- 2 各轴承进油节流孔板应符合制造厂技术要求;
- 3 调整润滑油压应达到规定值, 各油孔排油正常;
- 4 自动再循环门动作应灵活、可靠;

5 具有暖泵系统的高压给水泵试运行时, 应进行暖泵, 泵体上下温差应小于 15°C , 泵体与给水温差应小于 20°C ;

6 检查电机冷风室应不漏风,冷风器应不漏水,冷却介质流量调整合格;

7 密封系统的冷却水和冲洗水管道畅通、水质清洁;

8 低压给水管道水冲洗应合格,给水泵的前置泵已单体试运合格;

9 驱动给水泵的汽轮机已按制造厂技术要求及 6.9.3 的规定进行试运。

6.9.6 带液力耦合器的给水泵试运行还应具备下列条件:

1 油系统经外部冲洗合格后,应进行主电动机空负荷试运行,电机试运后带液力耦合器试运,进行耦合器内部调速工作油及润滑油系统油循环;

2 主电动机带动液力耦合器进行静态试验,调整凸轮转角与勺管行程的对应关系应符合制造厂技术要求;

3 各项保护装置的动作试验应灵敏、正确;

4 启动前,勺管或调节阀宜调整到相当于 $800\text{r/min} \sim 1\,000\text{r/min}$ 转速的位置;

5 耦合器试运后油系统应再次冲洗过滤至油质合格,方可进行给水泵试运。

6.9.7 给水泵组启动试运行过程中应检查下列内容并记录:

1 润滑油、调速油油压和油温;

2 各轴承振动值;

3 平衡压力、各检测位置的压力、轴封水压力;

4 水泵进出口压力、给水流量、滤网压差;

5 电动机启动电流和带不同负荷时的电流;

6 液力耦合器凸轮转角或勺管位置和转速。

6.9.8 带液力耦合器的电动给水泵在启动试运行过程中应进行下列各项调整试验与测定工作:

1 勺管位置与水泵转速、凸轮转角、相关流量的特性测试;

2 液力耦合器工作油温与水泵转速关系试验;

- 3 进油调节阀与工作油温的关系试验;
- 4 自动再循环阀根据流量的自动开闭试验;
- 5 调整并列运行的给水泵,使各泵凸轮转角、勺管位置、转速和流量关系趋于一致。

6.9.9 循环水泵的试运条件除应符合 6.9.1 的规定外,还应符合下列规定:

- 1 水侧抽真空装置试运合格。
- 2 泵的进水侧,包括前池、进水间隔、进水及全部冷却系统的沟道、管道、水池等应清理干净,经检查无杂物,水池水位及吸入口淹没深度应符合设计要求。
- 3 轴流式或混流式循环水泵的出口阀门试验应符合下列规定:
 - 1) 开闭应灵活,联锁动作应准确、可靠;
 - 2) 主泵启动时阀门应先开至 15°位置;
 - 3) 主泵停泵时阀门应先关至 15°位置,再停泵;
 - 4) 阀门应在规定时间内联动开启和关闭;
 - 5) 排空阀动作应灵活。
- 4 带橡胶轴瓦的水泵在启动前应先注入清水或肥皂水,待泵出水正常后方可停止注水;橡胶轴瓦备有专用润滑水泵时,润滑水泵应试运合格,水质应清洁,滤网前后压差应正常,并用清水冲洗橡胶轴承 20min 以上。
- 5 排空气阀处于工作状态,泵与排空气阀应同时开启,制动器应工作可靠。
- 6 全调节式轴流泵的 oil 系统和压缩空气系统应具备投运条件。
- 7 水轮在水面下的水泵启动时应做好防止管道内水冲击的措施,管道支架应紧固。
- 8 凝汽器不应在真空状态。
- 9 管道系统内已注水,凝汽器水室空气应排净。
- 10 有条件时应进行胶球冲洗装置的试验。

6.9.10 凝结水泵试运行前除应符合 6.9.1 的规定外,还应装好凝汽器水位计,凝汽器内部应清理干净。

6.9.11 深井泵试运时,除应符合 6.9.1 的有关规定外,还应符合下列规定:

1 水泵启动前,轴与轴承预润滑应符合下列规定:

- 1) 应从泵座润滑水孔通入清水;
- 2) 设计有预润滑水箱时,水箱存水应流入水泵;
- 3) 轴承的灌水量应足够。

2 启动 20min 后应停止运转,检查各部位是否正常,并再次调整叶轮与导水壳间的轴向相对位置应符合制造厂技术要求。

6.9.12 附属机械分部试运行时间应连续运行 4h~8h。

6.9.13 水泵和一般附属机械试运行应符合下列规定:

- 1 水泵的出口压力应稳定并达到设计额定值。
- 2 电动机在空载及满载工况下的电流不得超过额定值。
- 3 轴承垂直、水平、轴向振动应符合表 6.9.13 的规定。

表 6.9.13 附属机械轴承振动(双振幅)标准

转速 (r/min)	振幅(mm)		
	优等	良好	合格
$n \leq 1000$	0.05	0.07	0.10
$1000 < n \leq 2000$	0.04	0.06	0.08
$2000 < n \leq 3000$	0.03	0.04	0.05
$n > 3000$	0.02	0.03	0.04

4 轴承回油温度应符合制造厂技术要求。无要求时,润滑油油温为 65℃~70℃,润滑脂温度不超过 80℃;油泵油压、轴承进油回油应正常,轴承无渗油。

5 液力耦合器油位、油压、冷油器工作应正常,调速机构控制灵敏,工作油温及润滑油温均不应超过制造厂技术要求。

6 各转动齿轮应啮合良好、振动正常,无异常音响、过热现象。

- 7 轴密封吸入侧应严密,各轴封可少量滴水,温度应正常。
- 8 各转动部分音响正常,泵内应无冲击现象。
- 9 吸入口底阀能维持启动时需要的水位。
- 10 全调节式轴流泵在试运行过程中应进行叶片角度调整试验,调节特性应符合制造厂技术要求。

11 试运行过程中各联锁装置应符合设计要求。

6.9.14 水塔风机及空冷风机试运行,除应符合 6.9.13 的规定外,还应符合下列规定:

- 1 试运前应从风机上部起依次向下进行全面清理,清除防护网和风机上的灰尘、脏污及杂物;
- 2 各零部件安装正确,所有螺栓应紧固;
- 3 电动机和启动设备的接地装置应完整并符合规定;
- 4 带变频启动装置的风机组应先点动变频器开关,使风机启动,确认风机旋转方向正确;
- 5 风机运行时传动轴应无显著跳动和窜动;
- 6 试运后检查各风叶应无变形和焊缝开裂现象;
- 7 试运后应检查紧固件并复紧。

6.9.15 旋转滤网的试运行除应符合 6.9.13 的规定外,还应符合下列规定:

- 1 滤网旋转应灵活;
- 2 传动装置和链条无卡涩;
- 3 冲洗喷嘴射水能有效冲掉滤网上的杂物;
- 4 污物应汇集至排污槽内,不应卡堵在设备上;
- 5 滤网架构与密封板间应保持严密,能阻止杂物短路进入净水室;
- 6 正常运行情况下保护销无变形。

6.9.16 真空泵试运行除应符合 6.9.13 的规定外,还应符合下列规定:

- 1 启动前应确认电机与真空泵的旋转方向一致。

2 真空泵应有可靠的工作水源,补水管应进行单独冲洗直至水质澄清,补水管过滤器安装应符合设计要求,无过滤器时首次启动前应加装临时过滤装置。

3 真空泵启动前,自动补水装置检查应符合下列规定:

- 1) 采用浮球阀时,浮球阀应动作灵活、无卡涩。
- 2) 采用电磁阀时,控制回路、电磁阀动作、水位信号联动应正常;

4 冷却水系统应正常投用。

5 真空泵启动后应调整填料压盖,宜有少量水滴出。

6 真空泵运行正常后,与系统隔离,抽真空能力应符合制造厂技术要求。

7 试运过程中应及时清理真空泵的入口滤网。

8 真空泵启、停时,入口阀门应联动正常。

6.9.17 真空系统抽真空前应符合下列规定:

1 真空系统严密性检查合格,排大气各阀门应关闭,密封水系统投入,各密封阀门供水正常;

2 凝结水泵、循环水泵或空冷风机及有关系统试运行合格,并能投入使用;

3 润滑油、密封油系统、盘车装置等均试运完毕,并能投入使用;

4 轴封用辅助蒸汽应有足够的汽源;

5 真空泵单体试运合格。

6.10 质量验收应提交的技术文件

6.10.1 附属机械安装质量验收时,应提交下列施工技术记录:

- 1 附属机械基础及预埋件检查记录;
- 2 台板安装记录;
- 3 给水泵组轴承各部间隙测量记录;
- 4 给水泵组推力轴承间隙、接触检查记录;

- 5 给水泵组轴瓦垫块及轴瓦与轴颈接触检查记录;
 - 6 给水泵驱动汽轮机汽缸找平、找正记录;
 - 7 给水泵驱动汽轮机滑销间隙测量记录;
 - 8 给水泵驱动汽轮机猫爪间隙测量记录;
 - 9 给水泵驱动汽轮机转子轴弯曲度测量记录;
 - 10 给水泵驱动汽轮机联轴器、推力盘的端面瓢偏、外圆晃度测量记录;
 - 11 给水泵驱动汽轮机转子与汽缸找中心记录;
 - 12 给水泵组转子轴颈扬度记录;
 - 13 给水泵驱动汽轮机隔板洼窝找中心记录;
 - 14 给水泵驱动汽轮机汽封间隙测量记录;
 - 15 给水泵驱动汽轮机通流间隙测量记录;
 - 16 给水泵驱动汽轮机转子轴向窜动值测量记录;
 - 17 给水泵驱动汽轮机转子推力间隙、轴向定位及外引值测量记录;
 - 18 给水泵驱动汽轮机盘车安装记录;
 - 19 各油泵安装记录;
 - 20 附属机械联轴器找中心记录;
 - 21 轴承绝缘测量记录;
 - 22 变速齿轮啮合间隙记录;
 - 23 水塔风机和空冷风机主轴晃度记录;
 - 24 水塔风机和空冷风机叶片安装及调整记录。
- 6.10.2 附属机械安装质量验收时, 应提交下列签证:
- 1 汽动给水泵驱动汽轮机台板接触检查签证;
 - 2 汽动给水泵驱动汽轮机轴承座灌油试验签证;
 - 3 汽动给水泵驱动汽轮机轴承座扣盖签证;
 - 4 汽动给水泵驱动汽轮机汽缸外观检查签证;
 - 5 汽动给水泵驱动汽轮机转子外观检查签证;
 - 6 汽动给水泵驱动汽轮机扣缸前检查签证;

- 7 汽动给水泵驱动汽轮机扣盖签证;
- 8 各附属机械轴承座封闭签证;
- 9 各冷油器严密性试验签证;
- 10 油系统封闭签证;
- 11 润滑油冲洗后油质检验签证;
- 12 电动机冷却器严密性试验签证;
- 13 基础二次灌浆前检查签证。

6.10.3 附属机械安装质量验收时, 应提交下列检测试验报告:

- 1 由浇灌单位提供的基础二次浇灌混凝土试块强度试验报告;
- 2 合金钢部件光谱复查报告;
- 3 轴承巴氏合金探伤报告;
- 4 M32 及以上高温紧固件的硬度复测、探伤报告及 20Cr1Mo1VNbTiB 材料的金相抽查报告;
- 5 油系统冲洗后油质化验报告。

6.10.4 附属机械分部试运提交验收时, 应具备下列技术文件:

- 1 试运记录;
- 2 分部试运签证书;
- 3 分部试运期间重大缺陷消除的技术记录。

7 燃气轮机本体

7.1 本体基础

7.1.1 基础交付安装的条件应符合 4.2.1 的规定。

7.1.2 基础沉降观测应符合 4.2.2~4.2.3 的规定。

7.2 垫铁和可调固定器

7.2.1 垫铁和可调固定器的安装应符合 4.3.3~4.3.5 的规定。

7.3 台板和支撑装置

7.3.1 台板、支撑装置的检查与安装应符合 4.3.8 的规定。

7.4 本体安装

7.4.1 燃气轮机本体就位前检查应符合制造厂技术要求。燃气轮机本体就位后无法安装的部件，应在就位前安装。

7.4.2 燃气轮机本体的吊装应符合下列规定：

- 1 燃气轮机吊装技术方案和安全措施已审批；
- 2 钢丝绳绑扎位置应选用燃气轮机专用吊耳；
- 3 吊装前应根据制造厂技术要求拆除运输支撑装置；
- 4 吊装过程应监视起重设备和建筑结构无异常，燃气轮机应保持水平。

7.4.3 燃气轮机本体就位应符合下列规定：

- 1 燃气轮机本体标高应符合制造厂技术要求；无要求时，偏差应不大于 3mm；
- 2 燃气轮机本体中心与基础纵横中心线偏差应不大于 2mm；

- 3 台板调整装置受力应均匀;
- 4 就位后应按制造厂技术要求拆除运输销。

7.4.4 燃气轮机水平度测量应在运输销拆除、排气扩散段安装后进行,水平度应符合制造厂技术要求。

7.4.5 燃气轮机负荷分配前应完成下列工作:

- 1 进气室、燃烧室、排气扩散器应安装完成;
- 2 燃气轮机运输销应拆除;
- 3 燃气轮机水平度应符合制造厂技术要求;
- 4 燃气轮机支撑装置应锁紧;
- 5 燃气轮机本体应有防倾覆措施。

7.4.6 燃气轮机负荷分配应符合下列规定:

- 1 负荷分配前,燃机支撑装置与台板接触面间隙应用 0.03mm 塞尺检查不入;
- 2 负荷分配应符合制造厂技术要求;
- 3 燃气轮机水平、扬度的测量位置应符合制造厂技术要求;
- 4 负荷分配应至少连续进行两次,偏差应符合制造厂技术要求。

7.4.7 当燃气轮机水平与燃气轮机负荷分配不能兼顾时,应由制造厂确认。

7.4.8 压气机、透平叶片检查应符合下列规定:

- 1 压气机、透平叶片表面应光洁平滑,无裂纹、无变形;
- 2 压气机动叶叶顶间隙应符合制造厂技术要求,并与总装记录相符;
- 3 透平动叶叶顶间隙值应符合制造厂技术要求,并与总装记录相符。

7.4.9 进气可调导叶装置的安装应符合下列规定:

- 1 部件表面应光洁平滑、无裂纹、无变形;
- 2 燃气轮机进气可调导叶的传动部件应加注合格的润滑脂或润滑油;

3 导叶实际角度应与指示一致;

4 驱动可调导叶的液压装置可调螺栓应锁紧。

7.4.10 燃气轮机支撑腿的冷却通道内应清洁、无杂物, 冲洗应合格。

7.4.11 燃气轮机转子和中间轴检查, 应符合下列规定:

1 转子联轴器、测速齿轮、盘车齿轮等表面应清洁、光滑, 无毛刺、无损伤。

2 联轴器检查应符合下列规定:

1) 键、平衡块、锁紧螺钉、螺母等部件应锁紧;

2) 刚性联轴器端面瓢偏应不大于 0.02mm;

3) 半刚性及接长轴的联轴器端面瓢偏应不大于 0.03mm;

4) 联轴器连接前后的径向晃度变化应不大于 0.02mm。

3 两转子联轴器为止口配合时, 应检查止口尺寸, 并符合制造厂技术要求。

4 联轴器连接螺栓应进行光谱、硬度和尺寸复查; 在联轴器直径方向对称的每对螺栓及螺母的总质量在孔径一致的情况下, 允许偏差应不大于 10 g, 孔径不一致时应做质量差补偿, 并标识和记录。

5 转子盘动时应无异常。

6 两转子联轴器端面上有配合标识时, 应按标识点高低配合。

7.4.12 燃气轮机中间轴安装, 应符合下列规定:

1 联轴器结合面用 0.02mm 塞尺检查应不入;

2 连接螺栓的紧力或伸长量应符合制造厂技术要求;

3 连接端联轴器的同心度偏差应不大于 0.02mm;

4 自由端联轴器晃度、端面瓢偏应符合制造厂技术要求。

7.4.13 燃气轮机轴系找中心除应符合 4.7.7~4.7.8 的有关规定外, 尚应符合下列规定:

1 轴系找中心前, 燃气轮机支撑装置与台板接触面间隙用

0.03mm 塞尺检查应不入；

2 轴系找中心应以燃气轮机为基准进行间距调整，燃气轮机转子轴向定位应符合制造厂技术要求；

3 轴系找中心时，顶轴油系统宜投入。

7.4.14 燃气轮机滑销系统配制应符合下列规定：

1 导向支撑座浇灌前检查螺栓已锁紧，滑销各间隙应符合制造厂技术要求，导向块组件与支承座结合面间隙应用 0.03mm 塞尺检查不入；

2 滑销、滑销槽等滑动面应光滑，无损伤、无毛刺；

3 滑销与滑销槽的配合间隙应符合制造厂技术要求。

7.4.15 燃气轮机与被驱动设备间的推拉装置应在燃气轮机本体最终定位后装配，并按制造厂技术要求配制垫片，垫片装入时应无卡涩、无松旷，螺栓紧固应符合制造厂技术要求。

7.4.16 燃气轮机燃烧室、燃烧器检查安装应符合下列规定：

1 安装前应核对燃烧器的规格型号，按照图纸要求逐一编号，燃料喷嘴孔板应按制造厂技术要求复核其型号、尺寸、方向；

2 燃烧室及燃烧器各部件应清洁、无损伤、无变形，过渡段内的涂层应完好，联焰管安装应正确；

3 燃烧器弹簧板应无损伤，各部件装配尺寸应符合制造厂技术要求；

4 燃烧室各部件的紧固应符合制造厂技术要求；

5 天然气软管不应与支架、基础及其他相邻部件接触，并固定牢固；

6 火花塞组件外观检查应完好，并试验合格；

7 火花塞组装时，中心电极与两侧电极之间间隙应符合制造厂技术要求，螺母的紧固力矩应符合制造厂技术要求。

7.4.17 燃气轮机减速器、盘车装置和自动同步装置安装应符合 4.9 的规定。

7.5 进气、排气系统安装

7.5.1 进气、排气系统钢结构地脚螺栓的纵横向中心线及标高应符合设计要求，中心线偏差应不大于 3mm，标高偏差应为 0mm～+5mm。

7.5.2 进气、排气系统钢结构应无裂纹、无重皮、无锈蚀、无损伤。高强螺栓复检应符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定。

7.5.3 进排气系统钢结构组合允许偏差应符合表 7.5.3 的规定。

表 7.5.3 进、排气钢结构组合允许偏差 (mm)

序号	检 查 项 目	允 许 偏 差
1	各立柱间距	间距的 1‰，且≤10
2	各立柱垂直度	长度的 1‰，且≤10
3	立柱标高	10
4	同一水平面标高	5
5	组合件对角线	长度的 1.5‰，且≤15

7.5.4 进气设备安装应符合下列规定：

- 1 进气设备保管应符合制造厂技术要求，应采取防撞、防雨淋、防灰尘污染措施，进气道内壁保护膜在进气道封闭前不宜清除；
- 2 进气过滤系统所使用的滤芯保管应有防潮等措施；
- 3 进气系统紧固件应紧固并锁紧；
- 4 进气道补偿器装配尺寸应符合制造厂技术要求，表面应完好，与刚性部件之间连接应紧密；
- 5 进气道消音器安装尺寸应符合制造厂技术要求，并采取防松措施；
- 6 进气道法兰之间密封垫应符合制造厂技术要求，垫片接头处应采用迷宫式连接，法兰螺栓紧固后结合面应不透光；

- 7 进气系统滤网应固定牢靠;
- 8 进气系统挡板门应驱动灵活并关闭严密;
- 9 进气系统防爆门安装应符合制造厂技术要求;
- 10 进气加热管、进气道及支撑件之间膨胀间隙应符合制造厂技术要求;
- 11 进气过滤室防雨罩与过滤室之间应连接严密;
- 12 进气系统安装完毕后, 应进行清洁度检查, 系统内部应清洁、无异物, 螺栓、定位销等易松动部件应采取防松措施;
- 13 进气系统安装完成后应进行封闭检查并办理隐蔽签证。

7.5.5 排气设备安装应符合下列规定:

- 1 排气设备组合时, 法兰密封垫不应有缺口, 密封垫内侧尺寸应略大于通道尺寸, 衬垫两面应涂抹耐高温密封涂料;
- 2 排气系统紧固件应紧固牢靠并锁紧;
- 3 排气道补偿器装配尺寸应符合制造厂技术要求, 补偿器应完好, 密封面与刚性部件之间连接应紧密;
- 4 排气扩散器与排气框架连接法兰结合面应无错口, 法兰面应涂抹耐高温密封涂料, 螺栓螺纹应涂抹耐高温抗咬合剂, 螺栓紧力应符合制造厂技术要求;
- 5 排气系统支架的滑动垫安装应符合制造厂技术要求;
- 6 排气管道与燃气轮机本体的装配尺寸应符合制造厂技术要求;
- 7 排气管道内部保温应密实, 压板搭接应顺气流方向, 压板螺栓应有防松措施, 膨胀间隙应符合设计要求;
- 8 补偿器与排气框架、燃气轮机排气扩散段连接后定位尺寸应符合制造厂技术要求;
- 9 排气系统安装结束后应进行封闭检查并办理隐蔽签证。

7.6 基础二次灌浆及养护

7.6.1 燃气轮机基础二次灌浆前, 除应符合制造厂技术要求外,

尚应符合下列规定:

- 1 与燃气轮机相连的进、排气设备及管道安装完成;
- 2 燃气轮机的轴向定位完成;
- 3 轴系找中心合格;
- 4 燃机本体管道安装完成。

7.6.2 燃气轮机组基础二次灌浆及养护应符合 4.11 的规定。

7.7 罩壳安装

7.7.1 燃气轮机罩壳安装应符合下列规定:

- 1 罩壳框架纵横中心线和标高偏差应不大于 5mm;
- 2 罩壳应无锈垢、无损伤;
- 3 罩壳应横平竖直, 接缝严密, 整齐美观;
- 4 罩壳应不妨碍机组设备、管道的热膨胀;
- 5 穿过罩壳上的管道, 穿孔处应密封;
- 6 罩壳风机和风门应安装牢靠, 动作灵活;
- 7 罩壳安装定位后, 罩壳与地面之间应密封, 罩壳接缝处应

采用防火材料封堵。

7.7.2 燃气轮机罩壳安装完毕后必须进行透光、灭火系统喷放试验等检查并办理签证。

7.8 质量验收应提交的技术文件

7.8.1 燃气轮机本体安装质量验收时, 应提交下列施工技术记录:

- 1 基础尺寸验收记录;
- 2 基础沉降观测记录;
- 3 弹性基础隔振器安装记录;
- 4 可调固定器安装记录;
- 5 垫铁布置记录;
- 6 台板与支撑装置安装记录;
- 7 燃气轮机就位找正安装记录;

- 8 燃烧器安装记录;
- 9 燃气轮机负荷分配记录;
- 10 燃气轮机转子找中心记录;
- 11 转子联轴器螺栓连接记录;
- 12 转子联轴器连接同心度记录;
- 13 联轴器连接螺栓与螺孔的配合记录;
- 14 滑销系统装配记录;
- 15 透平转子、压气机转子叶顶间隙记录;
- 16 进气可调导叶检查记录;
- 17 燃气轮机燃烧室封闭记录;
- 18 盘车装置齿轮间隙记录;
- 19 盘车装置调整垫片厚度记录;
- 20 自同步装置找中心记录;
- 21 自同步装置脱开时纵横间距记录;
- 22 燃气轮机调整垫片施工记录;
- 23 钢结构安装记录;
- 24 补偿器安装尺寸记录;
- 25 进气挡板门安装记录;
- 26 轴瓦、推力瓦安装记录。

7.8.2 燃气轮机本体安装质量验收时, 应提交下列签证:

- 1 台板接触检查签证;
- 2 基础二次灌浆前检查签证;
- 3 燃烧室封闭检查签证;
- 4 燃气轮机进气系统封闭检查签证;
- 5 燃气轮机进气系统严密性检查签证;
- 6 燃气轮机排气系统封闭检查签证;
- 7 燃气轮机罩壳严密性检查签证;
- 8 设备缺陷处理签证。

7.8.3 燃气轮机本体安装质量验收时,应提交下列检验检测报告:

- 1** 本体基础沉降观测报告;
- 2** 基础二次浇灌混凝土试块强度试验报告;
- 3** 合金钢部件光谱复查报告。

8 燃气轮机附属系统

8.1 设备及框架模块安装

8.1.1 燃气轮机附属系统设备、框架模块安装前应按表 8.1.1 的规定对设备基础位置和几何尺寸进行复检。

表 8.1.1 设备基础尺寸和位置的偏差值 (mm)

项 目		允许偏差
纵、横中心线		10
标高		-10~0
预埋地脚螺栓	标高	0~+10
	中心距	2
地脚螺栓预留孔	中心位置	10
	深度	0~+20
	垂直度	<10‰

8.1.2 设备、框架模块基础表面和地脚螺栓预留孔应清理干净；预埋地脚螺栓的螺纹和螺母应保护完好；放置垫铁部位的表面应凿平。

8.1.3 设备、框架模块纵、横中心线和标高的允许偏差，应符合表 8.1.3 的规定。

表 8.1.3 设备就位基准允许偏差 (mm)

项 目	质 量 标 准	
	纵、横中心线	标高
泵与风机类	2	2

续表 8.1.3

项 目	质 量 标 准	
	纵、横中心线	标高
箱罐	5	5
框架模块	10	10

8.1.4 箱罐的安装除符合 8.1.3、5.6 的规定外, 尚应符合下列规定:

- 1 外观应无损伤, 焊缝无开裂或漏焊等;
- 2 箱罐法兰内外口应与箱体密封焊接, 栽丝孔不应穿透箱壁;
- 3 滤网应清洁无破损, 滤网与框架应结合严密;
- 4 内壁应清理干净, 内壁防腐层应符合设计要求, 且无起皮、无脱落;
- 5 自动上水(油)阀应动作正确, 关闭严密;
- 6 二氧化碳储罐应采用氮气进行压力试验, 试验压力应符合制造厂技术要求。无要求时, 试验压力宜为设计压力的 1.15 倍, 应保持 10min 无泄漏。

8.1.5 燃气轮机控制油系统设备安装应符合 10.5 的有关规定。

8.1.6 燃气轮机润滑油系统设备安装应符合 10.6 的有关规定。

8.1.7 燃油系统油泵安装应符合下列规定:

- 1 铸件应无铸砂、无重皮、无气孔、无裂纹等缺陷。
- 2 泵体支脚和底座应接触密实。
- 3 手动盘转子时应无异常。
- 4 联轴器径向晃度值应不大于 0.05mm。
- 5 联轴器找中心应符合制造厂技术要求; 制造厂无要求时, 应符合表 6.1.24 的规定。

8.1.8 增压机设备检查安装应符合下列规定:

- 1 铸件应无铸砂、无重皮、无气孔、无裂纹等缺陷。
- 2 联轴器零部件应齐全, 零部件应无变形、无损伤。
- 3 各部件安装螺钉应无松动。

4 轴颈应光洁, 无损伤。

5 联轴器应按照制造厂钢印标记安装组合, 安装后轴端锁紧螺母应紧固。

6 联轴器安装完毕后, 检查径向晃度值应不大于 0.05mm。

7 电机转子与定子的磁力中心应符合制造厂技术要求。

8 增压机与电机的联轴器找中心应符合制造厂技术要求; 制造厂无要求时, 应符合表 6.1.24 的规定。

9 增压机隔音罩接缝应严密。

8.1.9 风机的安装除应符合 8.1.3 的规定外, 尚应符合下列规定:

1 机壳应无损伤、无裂纹, 卧式机壳的泄油孔应畅通;

2 叶片应完好, 方向应正确, 与外壳应无摩擦且转动平稳;

3 风机传动装置外露部位及直通大气的进、出口应有防护罩或防护网。

8.1.10 天然气调压站安装应符合制造厂技术要求。无要求时, 应符合下列规定:

1 设备安装应符合 8.1.1~8.1.3 条的规定;

2 阀门安装前宜进行严密性试验;

3 调压站内管道安装、吹扫、压力试验应符合《发电厂油气管道设计规程》DL/T 5204 和《联合循环机组燃气轮机施工及质量验收规范》GB 50973 的规定;

4 有静电接地要求的管道, 法兰间必须设导线跨接。

8.2 燃机本体及附属系统管道安装

8.2.1 燃机本体及附属系统管道施工除应符合制造厂技术要求外, 还应符合下列规定:

1 管道、管件、节流孔板、滤网、波纹补偿器和流量计等在安装前应进行外观检查, 表面应无裂纹、无损伤, 管内应清洁无杂物;

2 合金钢管材及附件在安装前应进行光谱复查, 并做记录;

3 减压阀、溢流阀、过压阀、止回阀等特殊阀门，应在安装前进行严密性检查；

4 系统测点安装如需现场开孔，应在管道最终组装前完成；

5 金属软管外观应无胀口现象，软管连接应牢固可靠，无扭曲、过度弯曲或拉伸；

6 波形补偿器拉伸或压缩应符合制造厂技术要求；

7 流量测量装置、节流装置尺寸及方向应正确，孔板和喷嘴不得有损伤。

8.2.2 燃机冷却空气、进气加热等本体管道安装应符合下列规定：

1 管道布置、安装应符合制造厂技术要求；

2 管道及附件应不妨碍设备膨胀；

3 管道冷拉值应符合设计要求，冷拉不得使燃气轮机本体承受外力；

4 管道应在燃气轮机定位并紧固地脚螺栓后安装，不得强力对口；

5 管道连接或焊接时不得使燃气轮机本体或其他设备产生变形或位移；

6 有静电接地要求的管道系统，其对地电阻值及接地位置应符合设计图纸要求；

7 不应在燃气轮机本体或其他设备上引燃电弧；

8 管道安装完毕后，应按制造厂技术要求进行检验。无要求时，应符合《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184 的规定。

8.2.3 天然气、燃油等管道安装应符合《发电厂油气管道设计规程》DL/T 5204 和《联合循环机组燃气轮机施工及质量验收规范》GB 50973 的规定。

8.2.4 燃机水洗、二氧化碳等管道安装应符合《电力建设施工技术规范 第5部分：管道及系统》DL 5190.5 的规定。

8.2.5 燃气轮机润滑油管道、控制油管道安装应符合第10章的相

关规定。

8.2.6 通风系统管道的安装应符合下列规定：

- 1 支吊架不应设在风口阀门及监视门处；
- 2 硬聚氯乙烯和玻璃钢风管的支管应单独设支吊架；
- 3 风管连接应严密，法兰垫料及接头方式应符合设计要求；
- 4 柔性短管外观检查应无开裂、无扭曲，内壁应光滑，柔性短管与风管、设备的连接应严密；
- 5 风口安装外露部分应平整，边框与建筑顶棚或墙面接缝处应采用密封垫料或密封胶；
- 6 风阀应安装在便于操作和检修的部位，安装后操作装置应灵活、可靠，阀板关闭应严密，斜插板风阀阀板开启方向应向上，水平安装时阀板应顺气流的方向插入；

7 通风系统的风门、百叶窗等应转动灵活、无卡涩，启、闭动作正确，百叶窗与风道法兰、燃气轮机罩壳之间应连接严密。

8.2.7 管道系统安装完成后，应进行吹扫或冲洗并符合下列规定：

- 1 冷却空气管道、进气加热管道等本体管道应符合制造厂技术要求；
- 2 燃气、燃油管道吹扫应符合《发电厂油气管道设计规程》DL/T 5204 和《联合循环机组燃气轮机施工及质量验收规范》GB 50973 的规定；
- 3 二氧化碳系统吹扫时所有喷嘴应拆除；
- 4 润滑油系统、调节保安系统油循环应符合 8.8 的规定；
- 5 燃气轮机疏水、燃机水洗等管道吹扫应符合《电力建设施工技术规范 第 5 部分：管道及系统》DL 5190.5 的规定。

8.3 燃气轮机附属系统试运行

8.3.1 燃气轮机附属系统分部试运行前应具备的条件应符合 3.3.2 和 6.9.1 的规定。

8.3.2 泵和一般附属机械试运应符合 6.9.12~6.9.13 的规定。

8.3.3 燃气轮机罩壳通风机试运行前应具备下列条件:

- 1 风道内部应清理干净, 并经验收合格后封闭;
- 2 燃气轮机罩壳内应清理干净, 且严密性检查合格;
- 3 试转前风机及电机轴承应加注润滑脂;
- 4 各风门应动作灵活。

8.3.4 燃气轮机罩壳通风机试运应符合下列规定:

- 1 当风机启动时, 风机及风道中的重力驱动风门应能自动开启, 风机停止时能自动关闭;
- 2 风压应符合设计要求;
- 3 风机之间的联锁动作应可靠。

8.3.5 盘车装置试运应符合下列规定:

- 1 燃气轮机本体及进、排气室等部位应经验收合格封闭;
- 2 试运前检查润滑油和顶轴油系统应投运, 且油压及流量满足设计要求;
- 3 盘车电机旋转方向正确, 试转完成;
- 4 确认盘车装置的操作和投入启动方式(手动或自动);
- 5 确认盘车自动啮合、脱扣功能, 且参数符合设计要求。

8.3.6 燃气轮机启动电机试运行前检查应符合下列规定:

- 1 启动电机旋转方向正确, 试转完成;
- 2 润滑油系统应投运正常;
- 3 绝缘电阻应符合设计要求;
- 4 燃气轮机应具备盘车条件。

8.3.7 燃气轮机启动电机试运行应符合制造厂技术要求, 并做以下记录:

- 1 润滑油、调节油油压和油温;
- 2 电机启动电流和带不同工况时的电流;
- 3 液力变矩器涡轮出口导叶角度和燃气轮机转速;
- 4 电机温度;
- 5 电机振动。

8.3.8 增压机试运应符合下列规定:

- 1 增压机的出口压力应稳定并达到额定数值;
- 2 自动联锁保护装置动作应正确。

8.3.9 二氧化碳灭火系统调试应符合下列规定:

- 1 发出火警指令后,燃气轮机停机程序应激活,火警区域通风机应立即停运,风机风门应及时关闭;
- 2 火警声光设备应及时动作;
- 3 初放与续放延时应符合设定要求;
- 4 检查各二氧化碳喷嘴喷放正常;
- 5 喷放后罩壳内二氧化碳浓度应符合设计要求;检测罩壳泄漏情况后,罩壳风机应及时启动通风;当需要打开罩壳门时,应在通风启动 5min 后才能打开罩壳门。

8.4 质量验收应提交的技术文件

8.4.1 燃气轮机附属系统安装质量验收时,应提交下列施工技术记录:

- 1 气体燃料调压站模块安装记录;
- 2 气体燃料前置模块安装记录;
- 3 天然气控制模块安装记录;
- 4 燃气增压站模块安装记录;
- 5 燃油处理模块安装记录;
- 6 燃油前置模块安装记录;
- 7 燃油控制模块安装记录;
- 8 燃气轮机抑钒剂模块安装记录;
- 9 燃气轮机雾化空气泵安装记录;
- 10 燃气轮机辅助模块安装记录;
- 11 燃气轮机水洗模块安装记录;
- 12 燃气轮机灭火保护模块安装记录;
- 13 燃气轮机空气处理模块安装记录;

14 燃气轮机通风、密封冷却系统安装记录;

15 试运记录。

8.4.2 燃气轮机附属系统安装质量验收时, 应提交下列签证:

1 燃气轮机本体管道安装检查签证;

2 二氧化碳灭火系统试验检查签证;

3 试运签证;

4 设备缺陷处理签证。

8.4.3 燃气轮机附属机械、辅助设备安装质量验收时, 应提交下列检验检测报告:

1 合金钢管道、管件材质复查报告;

2 油质化验报告;

3 管道焊缝无损检测报告。

9 发电机和励磁装置

9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于汽轮发电机、同轴励磁装置机务部分、水冷发电机的冷却水系统、氢冷发电机的气体系统设备及管道的安装工作。

汽轮发电机按冷却方式可分为下列类型:

- 1 空冷: 定子绕组和转子绕组全部空气冷却。
- 2 氢冷: 定子绕组和转子绕组全部氢气冷却。
- 3 双水内冷: 定子绕组和转子绕组全部水内冷。
- 4 水、氢、氢冷: 定子绕组水内冷, 转子绕组氢内冷, 定子铁芯和结构件表面为氢气冷却。

9.1.2 大型发电机的定子运输应符合下列规定:

- 1 运输前应告知制造厂装车方向, 应与正式就位方向一致;
- 2 运输前应核对沿途信号装置及隧道、桥梁、道路、涵洞等的承载能力和空间尺寸要求;
- 3 制定超限运输方案, 应从安全、技术、经济等综合论证, 选择最佳方案;
- 4 制定应对恶劣天气与环境对运输造成危害的措施。

9.1.3 发电机设备到达现场后, 应检查与汽轮机转子连接的部件, 并应符合下列规定:

- 1 发电机转子联轴器与汽轮机转子联轴器止口配合尺寸应符合制造厂技术要求;
- 2 联轴器螺栓或螺栓毛坯尺寸应符合制造厂技术要求;
- 3 轴承座、轴瓦的类型与尺寸应与转子轴颈匹配;

4 铁芯表面、转子表面、轴颈等保护层完整,外观检查应无损伤、无锈蚀;

5 水内冷发电机定子、转子进出水管管口封闭完好。

9.1.4 发电机设备到达现场后的保管应符合3.2的相关规定外,还应符合下列规定:

1 发电机定子放置前应检查枕木垛、卸货台、平台的承载能力。

2 发电机转子和定子宜存放在清洁、干燥的仓库或厂房内。

3 发电机设备就地保管时,应符合下列规定:

1) 存放处的环境温度应符合制造厂技术要求;

2) 水内冷发电机存放温度应不低于5℃;

3) 充氮保护的发电机,内部氮气压力应符合制造厂技术要求;

4 存放地点应采取防火、防潮、防尘、防异物进入的措施。

5 转子存放时,护环不应受力,气水进出孔道应封闭;水内冷转子应用干燥、清洁的压缩空气吹尽、吹干。

6 保管期间,轴颈、铁芯、集电环等处不应锈蚀,并按制造厂技术要求定期盘动转子。

7 大型发电机定子、转子绕组应定期测量绝缘电阻值,并符合制造厂技术要求。

8 保管期间应每月检查一次。

9.1.5 发电机清扫或严密性试验用的压缩空气,应符合下列规定:

1 压缩空气应清洁、干燥且无油;

2 过滤器干燥剂应防止被空气带进发电机;

3 吹扫压力不宜高于0.3MPa,不宜固定在一处吹扫,以防损坏绝缘。

9.1.6 水内冷发电机定子或转子严密性试验应符合下列规定:

1 水压试验前应测量绕组的绝缘电阻值,并应符合制造厂技术要求;

2 水压介质应采用合格的除盐水, 充水时应加装密度不低于 80×80 孔/ cm^2 、200 目的临时滤网;

3 升压前应将通水回路的空气排净;

4 升压过程应缓慢, 当压力发生突降或停滞不升时应停止升压, 并查明原因;

5 试验后应将内部存水吹净;

6 水压试验后检查绕组绝缘应无变化。

9.1.7 发电机与励磁装置的基础、垫铁、台板应符合下列规定:

1 发电机与励磁装置的基础, 应符合 4.2 的相关规定;

2 定子台板就位后顶面标高与汽轮机台板标高偏差应为 $-5\text{mm} \sim 0\text{mm}$, 其他应符合 4.3 的相关规定;

3 发电机定子就位位置两侧基础应预埋锚固件, 用于调整定子中心;

4 基础混凝土二次灌浆, 应符合 4.11 的相关规定。

9.1.8 发电机台板采用无垫铁安装时, 应用发电机机座及励磁装置台板上的起重螺栓及临时千斤顶调整, 并应符合下列规定:

1 基础准备应符合 4.2 的相关规定, 发电机纵横中心线、发电机机座和台板上起重螺栓孔预埋垫板位置偏差应小于 3mm , 标高允许偏差应在 $\pm 10\text{mm}$ 以内, 垫板用混凝土固定, 如图 9.1.8-1 所示。

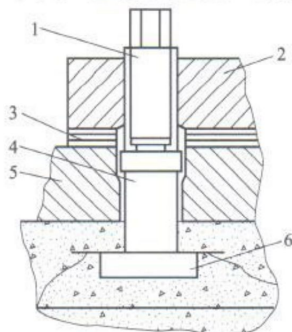


图 9.1.8-1 台板、垫板及起重螺栓示意

1—起重螺栓; 2—发电厂发电机机座; 3—调节垫片; 4—垫块; 5—台板; 6—垫板

2 起重螺栓垫块与垫板的间隙,应用0.05mm塞尺检查不入。

3 台板与机座的联系螺栓,如图9.1.8-2所示,在发电机安装时应拧紧,二次灌浆达到规定强度后,应按制造厂技术要求进行调整。

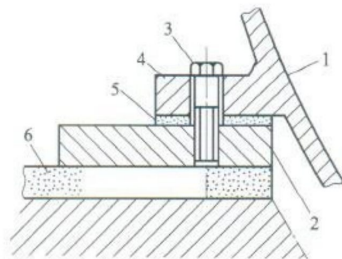


图9.1.8-2 联系螺栓示意

1—定子外壳; 2—台板; 3—联系螺栓; 4—机座; 5—垫片; 6—二次灌浆

4 调整发电机水平及中心前,起重螺栓与底板应接触良好、无翘动。

9.1.9 空冷、双水内冷发电机风室和混凝土风道交付安装应符合下列规定:

1 发电机风室和风道的抹面应平整、光滑,无脱皮、无掉粉;内部金属平台、爬梯等应做防腐处理;

2 风室地面应有排水坡度;

3 冷、热风室之间,风室与外界之间应采取隔离措施;

4 风室的窥视孔和铁门应严密;

5 混凝土风道不应妨碍定子就位,风道与定子排风口连接处尺寸应匹配;

6 预留孔洞的位置及尺寸应符合设计要求。

9.1.10 发电机引出线上的隔断油盘底部应平整并向排油侧倾斜,排油管通流截面和坡度应符合设计要求。安装完毕经灌水或渗油试验,油盘及排油管应无渗漏。采用封闭母线的发电机可不装设隔断油盘。

9.1.11 隔绝发电机、励磁装置轴电流的绝缘部件应光洁、无翘曲、无缺陷，厚度应均匀并具有良好的绝缘性能，绝缘电阻应符合制造厂技术要求。无要求时，用 1 000V 绝缘电阻表测量，绝缘电阻应大于 0.5M Ω 。

9.2 轴承座及轴承

9.2.1 发电机和励磁装置的轴承座及支持轴承的检查与安装，除应符合 4.4.8~4.4.9 及 4.5 的有关规定外，还应符合下列规定：

- 1 轴承座结合面处的疏油槽孔应畅通；
- 2 轴承座的标高应符合联轴器找中心的要求；
- 3 轴承座的轴向位置调整值应满足机组热膨胀的要求；
- 4 轴承座的纵向扬度应接近轴颈的扬度，横向水平偏差应不大于 0.20mm/m；

5 机组正常运行状态下，转子凸缘与轴承座应有间隙。

9.2.2 发电机及励磁装置落地轴承座绝缘垫板配制和安装应符合下列规定：

1 轴承座与台板之间应垫有总厚度大于 5mm 的整张钢质调整垫片，每叠垫片应有 2 层~3 层，并应平整、无毛刺、无卷边，各接触面应密实。在特殊情况下，如轴承座底部有引线穿过台板时，垫片可做成两个半张，安装时应对缝，不得搭接，且应垫实垫平。

2 最上层绝缘板应伸出轴承座边缘，下层绝缘板四周边缘应伸出上层绝缘板，绝缘板螺栓孔尺寸应略大于轴承座相应的螺栓孔尺寸，螺孔边缘应平整、无毛刺。

3 在两层绝缘垫板间可夹入一张稍小于绝缘板的钢质垫片。

4 施工过程中，绝缘板外露部分应清洁、干燥，且绝缘良好，可使用防水胶带将外露部分及接缝贴封。

5 油管等连接后，轴承座对地绝缘电阻值应符合 9.1.11 的规定。

9.2.3 端盖式轴承的绝缘应符合下列规定：

1 发电机轴瓦球面座内外套与端盖之间应使用整张绝缘板，厚度应均匀，表面应清洁、无毛刺、无卷边，单层厚度和总厚度应符合制造厂技术要求。

2 为便于测量绝缘数值，可在两层绝缘板之间设整张的金属垫片，垫片安装应平整。

3 上下瓦套水平中分面处的绝缘垫板应符合上述规定，左右两块厚度应相同。

4 轴瓦球面座的内外套与绝缘板之间的接触应密实。外圆周的紧固螺钉应拧紧，当放上转子后各层结合面间用 0.05mm 塞尺检查应不入。在水平中分面处，绝缘板应与轴瓦球面座内外套平齐。

5 正式组装完毕后，轴瓦球面座内外套之间的绝缘电阻值，应符合 9.1.11 的规定。

9.3 定 子

9.3.1 发电机定子检查应符合下列规定：

1 安装前应配合电气专业进行外观检查，确认无损伤；

2 安装区域应采取隔离措施，无关人员不得进入；

3 进入定子内部工作的人员，应穿无纽扣、无口袋的工作服和不带钉子的软底工作鞋，带入的物品在工作完毕后应清点核对无误；

4 存放时，应采取临时封闭措施，防止灰尘及其他杂物进入内部。

9.3.2 空冷发电机定子检查，除应符合 9.3.1 的规定外，还应符合下列规定：

1 通风槽和通风孔应清洁、无杂物；

2 定子内的环形灭水管封口封闭应严密，卡子和环形水管间应有绝缘，水管上的喷水孔应对准发电机的端部线圈。

9.3.3 氢冷发电机定子检查, 除应符合 9.3.1 的规定外, 还应符合下列规定:

1 定子壳体上的法兰密封面应平整、无毛刺、无径向贯通沟槽, 双头螺栓应拧紧, 栽丝孔不应穿透壳壁。

2 端盖的水平结合面接触良好, 用 0.05mm 塞尺检查应不入。与定子或端罩之间的垂直结合面应平整、无毛刺、无径向贯通沟槽并接触良好。紧 1/2 结合面螺栓后, 用 0.05mm 塞尺检查应不入。

3 密封瓦座水平中分面与端盖水平中分面间的错口应不大于 0.03mm。

4 端盖上充密封填料的沟槽内壁应光滑, 各断面的尺寸应均匀一致, 充料孔应畅通并正对沟槽。

5 定子严密性试验宜单独进行, 试验压力与允许漏气量应符合制造厂技术要求, 试验时端盖堵板应有足够的强度, 气压试验时充放气应缓慢。

9.3.4 双水内冷发电机定子检查, 除应符合 9.3.1 的规定外, 还应符合下列规定:

1 定子冷却水总管进出口应封闭严密, 堵板有破损或脱落时, 应确认无杂物进入水管内部;

2 按制造厂技术要求检查绝缘水管、水管接头、汇流管、密封垫等连接正确, 绝缘水管应完好, 绝缘水管与端盖、各绝缘水管间距应大于 20mm, 不得互相接触;

3 发电机定子应按 9.1.6 的规定及制造厂技术要求进行水压或风压试验, 各水路接头、绝缘引水管及内部线圈等应无泄漏;

4 定子两端底盖内的检漏装置在施工中应防水并保持清洁。

9.3.5 水氢冷发电机定子检查, 应按本节双水内冷和氢冷方式的定子有关规定执行。如定子外壳分段时, 中间连接法兰的检查按氢冷定子外壳两端法兰安装的有关规定执行。

9.3.6 定子与台板之间的垫片, 除符合 9.2.2 第 1 款的规定外, 还

应符合下列规定:

- 1 垫片在联系螺栓处应开豁口;
- 2 定子与台板、轴承座与台板间的各叠钢质调整垫片的厚度应一致,最终调整后应记录。

9.3.7 发电机定子的吊装就位工作应符合下列规定:

- 1 定子吊装技术方案和安全措施已审批;
- 2 定子吊装区域应采取隔离措施,避免无关人员进入;
- 3 钢丝绳应绑扎在定子外壳的专用吊耳上,吊耳的固定螺栓应齐全并紧固;
- 4 与起吊有关的建筑结构、起重机械、辅助起吊设施等强度应经核算,并应做性能试验,确认满足起吊要求;
- 5 定子台板就位后纵、横中心线、标高与设计值的偏差应不大于 1mm;
- 6 当发电机定子就位后出线盒无法就位时,在定子就位前应预先将出线盒吊装存放于孔洞内,其顶面应低于其实际标高约 1m,并妥善遮盖;
- 7 空冷和双水内冷发电机定子起吊前,混凝土基础的风道和金属风道应清理干净,金属风道应在定子就位前吊入基础框架内;
- 8 起吊时应监视起重设备和建筑结构无异常,定子应始终保持水平;
- 9 定子台板安装定位后,配制定位锚固板两侧的永久垫片,两侧间隙应符合制造厂技术要求,无要求时宜为 0.05mm。

9.3.8 发电机定子安装应符合下列规定:

- 1 发电机外壳机座与台板之间应预置 5mm 以上的调整垫片,并用联系螺栓将台板与机座紧固。
- 2 调整发电机水平及中心前,可在定子吊点位置安装临时千斤顶配合起重螺栓进行调整。起重螺栓的垫块与台板上相应的沉孔底面应留有足够的间隙,使发电机标高调整时台板能随机座上下移动。

3 汽轮发电机及励磁装置的转子、定子初步找正完毕，定子纵横中心及标高符合要求后，应在临时千斤顶和起重螺栓承力的状态下，进行台板及垫铁二次灌浆。

4 二次灌浆混凝土的配比与工艺应符合制造厂技术要求，浇灌时不得碰撞千斤顶、起重螺栓、垫块等承力部件，并应在台板上架设百分表监视，台板不得移动。

5 二次灌浆符合强度要求后，拆去机座与台板的联系螺栓，松开千斤顶及起重螺栓，并用百分表监视台板应不下沉。

6 发电机定子坐落台板后，复测并调整发电机与汽轮机转子的联轴器中心应符合制造厂技术要求。

7 调整左右两侧机座与台板间的垫片，垫片的长度应符合制造厂技术要求，沿轴线纵向应形成阶梯形布置，左右垫片数值应相等。调整后，定子轴向与中心位置应保持不变。

8 配制地脚螺栓的外套筒如图 9.3.8 所示，地脚螺栓拧紧到制造厂要求的扭矩时，螺母垫片与机座之间保持 $0.03\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ 的间隙，定子机座应处于自由状态，台板与基础连成一体。

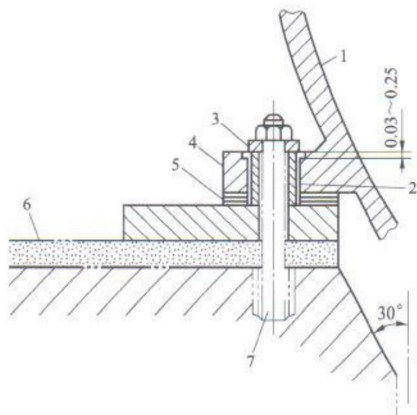


图 9.3.8 地脚螺栓示意

1—定子外壳；2—外套筒；3—螺母垫片；4—机座；5—梯形垫片；

6—二次灌浆；7—地脚螺栓

9.4 转 子

9.4.1 发电机转子安装前应符合下列规定:

1 发电机转子开箱应在厂房内进行,开箱后的转子应放在制造厂提供的专用支座上;

2 转子起吊时,护环、轴颈、风扇、集电环等不得作为着力点;

3 轴颈、集电环和通风孔等处应采取防尘、防撞击措施,转子应密闭保护。

9.4.2 发电机转子大轴硬度检验应符合《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438 中 13.1.2 的规定。

9.4.3 空冷发电机转子安装前检查应符合下列规定:

1 配合电气专业检查,确认转子零部件、转子槽楔应无松动,通风道内应清洁、畅通;

2 平衡重块固定应牢靠并锁紧,转子上的螺母应紧固并有防松装置,套箍外观检查应无裂纹、无位移;

3 轴颈应光洁,无油垢、无油漆、无锈蚀、无麻坑、无机械损伤,轴颈的椭圆度和不柱度应不大于 0.02mm;

4 联轴器检查应符合 4.7.1 第 3 款的规定,如穿转子后无法测量联轴器法兰端面瓢偏,应提前进行测量;

5 离心式风扇叶轮与轴的装配应牢固,叶片应无松动、无焊缝开裂、无其他机械损伤;

6 轴流式风扇检查应符合 9.5.3 的规定;

7 发电机转子上中心孔的检查应符合 4.7.2 的规定。

9.4.4 氢冷发电机转子检查,除应符合 9.4.3 的规定外,还应符合下列规定:

1 环式轴密封部位的轴颈应光洁、无油垢、无锈污、无麻坑、无其他机械损伤;

2 转子通风孔封堵物件应全部取出并经检验人员验证。

9.4.5 氢冷发电机转子严密性试验前检查应符合下列规定：

1 转子两端中心孔堵板的密封面应平整、无毛刺、无径向沟槽，堵板安装应严密牢固并锁紧；

2 试验用的风管可在励磁端装的临时堵板上开管孔，试验完毕用原堵板密封；

3 中心孔密封面的垫料宜采用耐油橡胶板；

4 转子应单独进行严密性试验，重点检查滑环下导电螺钉、中心孔堵板的密封状况，试验压力与允许漏气量应符合制造厂要求。

9.4.6 双水内冷发电机转子检查，除应符合 9.4.3 的规定外，还应符合下列规定：

1 转子进水口堵板应密封良好，各出水孔丝堵应齐全并拧紧，如脱落或临时拆卸时，应确认孔内无杂物后再复装；

2 转子应单独进行水压试验，试验工作应符合 9.1.6 的规定，试验压力应符合制造厂技术要求，维持 8h 无渗漏，并应确认每个线圈流出的水量接近，内部无堵塞。

9.4.7 水氢冷发电机转子检查应符合 9.4.4 的有关规定。

9.4.8 发电机穿转子工作应在完成机务、电气、热工仪表的各项工作完成后，有关人员共同对定子和转子进行最后检查确认并经签证后方可进行。

9.4.9 发电机穿转子工作应采用制造厂提供的专用工具。**9.4.10 发电机穿转子应符合下列规定：**

1 转子上的套箍、风扇、滑环、轴颈、风挡、油挡、引出线等处，以及氢冷转子上的轴封部位、双水内冷转子励磁端的联轴器及连接水管的小套箍等处，均不得作为起吊和支撑的施力点，安装过程中不得碰撞。

2 钢丝绳绑扎不得损伤转子表面，应用软性材料缠裹钢丝绳或用柔性吊索吊装。

3 吊索在转子上应绑扎牢固，吊索应缠绕转子并锁紧。并在

转子表面垫以硬木板条或铝板。

4 在起吊和用转子本体支撑本身重量时,应使大齿在垂直方向,如图 9.4.10 所示。对氢冷转子,应使所垫的板条分布在槽楔之间的小齿上,不使槽楔受力。

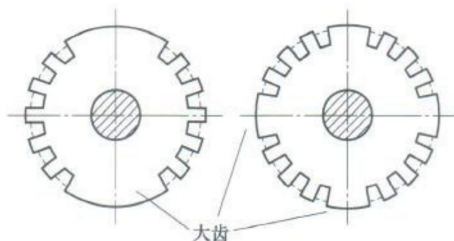


图 9.4.10 大齿示意

5 轴流式风扇叶片顶部直径大于护环直径的转子,在穿入定子前,应先将叶片拆除防止碰伤。叶片应做好标记,按原位复装。

6 穿转子前应检查并确认前轴承注窝、出水支座注窝等与定子同心,转子联轴器所要通过的全部注窝内径应大于联轴器外径。

7 当后轴承座悬挂于转子上同时就位时,轴颈和上轴瓦间应垫软质垫料,并应有一定的紧力,防止轴承座窜动。

8 采用滑块或小车等专用工具穿转子时,弧形钢板下应垫以整张软质垫片,避免在抽出弧形钢板时损伤铁芯。在整个穿转子过程中,定子两端线圈应安放胶垫保护。

9 起吊转子时应保持水平,穿转子时应缓慢、平稳,防止转子摆动。转子和钢丝绳均不得擦伤定子所有部件和绝缘。

10 穿转子过程中,如需临时支撑转子以倒换吊索时,应使安装短轴或联轴器承力,如需让转子本体承力时,应按本条第 1 款和第 4 款的规定执行。

11 端盖轴承式发电机的穿转子工作,从开始起吊直至装好端盖的所有工作应连续完成,不得中止。

9.4.11 发电机转子找中心和联轴器连接工作应符合 4.7 的规定。

9.4.12 盘动水冷发电机转子,应在进水套内未充填盘根的情况下进行。

9.5 磁力中心及空气间隙调整

9.5.1 发电机定子与转子磁力中心的调整,应使发电机在满负荷状态下两者吻合,并应符合下列规定:

1 定子相对于转子的磁力中心,应向励磁机侧偏移一预留值,该数值应符合制造厂技术要求;无要求时,可按下列式计算:

$$D = \Delta L / 2 + C \quad (9.5.1)$$

式中: ΔL —— 发电机转子满负荷运行时的热胀伸长量 (mm);

C —— 满负荷运行时发电机联轴器处汽轮机转子的最大绝对位移值 (mm)。

注: 1 ΔL 可按转子两轴颈中心线间的长度每米伸长 1mm 计。

2 当发电机转子轴向位置不受汽轮机转子膨胀位移影响时, $C=0$ 。

2 发电机磁力中心预留偏移值的允许偏差为 1mm, 氢冷发电机和端盖轴承式发电机还应满足轴密封装置安装的要求。

3 测量定子和转子相对位置应在定子两端的对应点进行,测量后应做好标记。

9.5.2 发电机定子与转子间四周的空气间隙应均匀一致,符合制造厂技术要求。空气间隙的测量位置应在发电机两端选择同一断面的上、下、左、右固定的四点,各测量点的间隙值与平均间隙允许偏差为 1mm。端盖轴承式发电机的空气间隙,安装过程中出厂装配位置未变动时可不再测量。

9.5.3 轴流式风扇叶片的检查、安装应符合下列规定:

1 叶片表面应光洁、无裂纹、无毛刺、无机械损伤;

2 在现场组装的叶片,其位置、角度、旋转方向应符合制造厂的编号标记和图纸要求;

3 风扇叶座与风扇环叶轮之间的结合面可用涂色法检查,接触应密实、不松旷;

4 叶片安装紧固时,应使用力矩扳手以保证紧力均匀并应锁紧,紧固力矩应符合制造厂技术要求并做记录;

5 现场安装的或制造厂已装好的叶片,应用铜棒敲击进行听音检查,出现哑音时,应查明原因并处理;

6 各叶片与风扇罩的最小径向间隙应符合制造厂技术要求,无要求时,宜为 1.5mm~2mm;

7 风扇安装完毕,用 1 000V 绝缘电阻表测量转子对地绝缘电阻值应符合 9.1.11 的规定。

9.6 端盖封闭

9.6.1 发电机内端盖安装应符合下列规定:

1 风扇罩与内端盖间止口应吻合,结合面应结合良好,内端盖的中分面内圆接口处不应错口;

2 氢冷、水氢氢冷发电机内端盖与定子壳的结合面应吻合,安装方向应正确;

3 各结合面应配好销钉,螺栓应拧紧并应有锁紧装置。

9.6.2 发电机轴瓦与轴肩、风扇与风挡等的轴向间隙值,应符合制造厂技术要求,保证在满负荷条件下转子热胀时留有间隙。

9.6.3 空冷、双水内冷发电机端盖风挡径向单侧间隙应符合制造厂技术要求,无要求时,宜为 0.50mm~0.80mm。

9.6.4 氢冷、水氢氢冷发电机的轴密封内油挡的安装应符合 9.7.4 的规定。

9.6.5 发电机端盖最终封闭应符合下列规定:

1 端盖封闭前检查应符合下列规定:

1) 定子内部应清洁、无杂物;

2) 各部件完好、无损伤,配合间隙符合制造厂技术要求;

3) 电气和热工的检查试验项目已完成并办理检查签证;

2 端盖法兰平面应清理完毕并符合 9.3.3 的规定。

3 氢冷、水氢氢冷发电机的胶质密封填料填充方法应符合制造厂技术要求，并符合下列规定：

- 1) 密封槽应清理干净，涂料应将沟槽填满并紧好端盖垂直和水平结合面螺栓；
- 2) 加压填充密封料时，应从底部填充孔开始，待上一个相邻的孔冒出填料后，用丝堵封住底部孔，然后从上一个孔加压填充密封料直至全部沟槽充满。

4 当采用橡胶条密封时，橡胶条断面尺寸的选取应符合制造厂技术要求，并有足够弹性。搭接处工艺应符合制造厂技术要求。

5 空冷、双水内冷发电机端盖与台板、端盖与机壳间的结合面如垫有纸板等垫料时，垫料应平整、无间断、无皱折，并应确保结合面严密不漏。

6 小端盖上密封压力风道应畅通并与大端盖上的压力风口对准。

9.7 密封装置

9.7.1 密封瓦座检查应符合下列规定：

1 密封瓦座的水平结合面应接触严密，接触面积应达 75% 以上且均匀分布；

2 在紧好水平结合面螺栓的情况下，密封瓦与密封瓦座配合的环形垂直面、密封瓦座与端盖配合的垂直结合面应平整、无错口，在水平结合面处检查外部接口，用 0.05mm 塞尺检查应不入。密封瓦座内轴向两侧面应做涂色检查，接触面应均匀、连续；

3 各垂直结合面应光洁，油室、油孔应清洁、畅通，无铁屑、无锈皮等杂物；

4 密封瓦座垫片应无破损，规格尺寸应与密封瓦座相匹配，材质应符合制造厂技术要求；

5 密封瓦座上的丝扣接头应经试装，确认紧固密封。

9.7.2 密封瓦检查应符合下列规定：

1 密封瓦水平结合面应接触良好,接触面积应大于结合面面积的 75%且分布均匀;

2 用千分尺测量密封瓦厚度、孔径、密封瓦槽宽度及与密封瓦相对应处的大轴直径、各部配合间隙应符合制造厂技术要求;

3 密封瓦水平结合面螺栓紧固后,上下两半的垂直面应处在同一平面,不得错口,在平板上应用 0.03mm 塞尺检查不入;

4 密封瓦两侧垂直面应光洁,两垂直面间的不平行度应不大于 0.03mm;

5 密封瓦乌金检查应符合 4.5.1 的规定;

6 密封瓦的油孔和环形油室内应光洁、无铁屑、无锈皮等杂物;

7 密封瓦与轴颈的径向间隙应符合制造厂技术要求;

8 密封瓦弹簧应无损伤且长度应符合制造厂技术要求;

9 密封瓦与密封瓦座组装好后,应检查密封瓦间无错口,密封瓦在密封瓦座内沿径向方向活动自如,无卡涩;

10 密封瓦与密封瓦座组装好后,测量密封瓦在瓦座内的轴向间隙即窜动量,应符合制造厂技术要求,如图 9.7.2 所示。

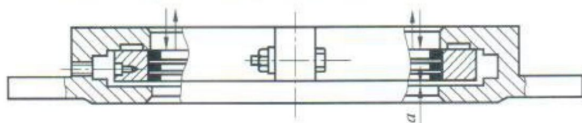


图 9.7.2 密封瓦在瓦座内的轴向间隙示意

9.7.3 轴密封装置组装应符合下列规定:

1 核对轴密封装置零件上的钢印标记,应对号就位与图纸相符;

2 密封瓦座与轴颈应同心,径向间隙差应不大于 0.15mm;

3 在拧紧密封瓦座与端盖之间的垂直结合面螺栓的过程中应持续拨动密封瓦,保证螺栓拧紧后,密封瓦在座内灵活、无卡涩;

4 轴密封装置安装完成后, 结合面螺栓应锁紧;

5 密封瓦定位销应锁紧, 露出部分不得超出外圆弧度, 销孔不能穿透瓦壁, 销子装好后不得将密封瓦卡死;

6 密封瓦座与端盖间垫片的材质应符合制造厂技术要求, 无要求时可用丁腈橡胶板配制, 胶板上螺栓孔应大于端盖上的孔径;

7 位于端盖上的密封油进出油腔室, 应清理干净, 经检查合格后, 按制造厂技术要求将手孔封闭, 且严密、无渗漏;

8 各油压和气压取样插座应拧紧, 不得泄漏;

9 轴密封装置对地有绝缘规定时, 安装后测量对地绝缘电阻值应符合制造厂技术要求。

9.7.4 轴密封装置的油挡间隙应符合制造厂技术要求; 无要求时, 应符合 4.5.10 的规定。油挡对地有绝缘规定时, 安装完毕后, 测量对地绝缘电阻值应符合 9.1.11 的规定。

9.8 进出水支座

9.8.1 水内冷转子进出水支座的安装定位, 应在发电机和励磁装置转子最终定位后进行。

9.8.2 水内冷转子进水支座的检查与安装应符合下列规定:

1 进水支座底板应平整、无毛刺, 与台板接触应密实, 连接螺栓应均匀紧固。

2 励磁机转子轴头法兰进水短管与连接法兰配合应牢固、可靠, 法兰应平整、无毛刺、无径向沟槽, 结合面螺栓拧紧后, 应严密不漏。

3 进水短管法兰紧固后, 短管的端部径向晃度值宜不大于 0.05mm, 进水短管表面应光洁、无损伤。

4 进水套内部、填料函内表面、水封环内外径表面、固定法兰和进水法兰应平整、光洁并清理干净。

5 进水套安装时应与进水短管保持同心, 轴向间隙应均匀, 进水套的进水法兰端面与进水短管端头应保证转子热态膨胀时不

接触, 距离应符合制造厂技术要求, 见图 9.8.2。

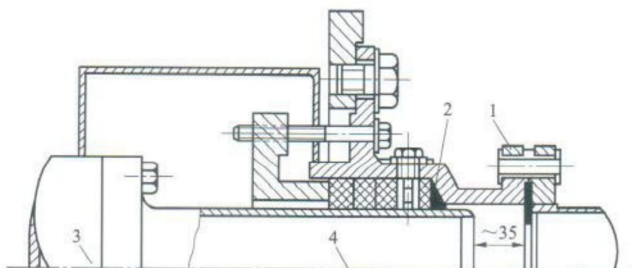


图 9.8.2 进水支座示意

1—进水法兰; 2—聚四氟乙烯环; 3—转子; 4—进水短管

6 进水套填料函内填装的盘根不应含有金属丝, 截面尺寸符合制造厂技术要求。填装时保证清洁, 水封环前后盘根的搭接口工艺和圈数应正确, 盘根压紧后水封环与进水孔应对正, 并应无杂物。

7 水封环和进水短管应同心, 径向间隙符合制造厂技术要求, 运转时不应产生摩擦。

8 冷却水管与进水套的法兰不得强行连接, 防止进水套中心偏移。

9 进水套进水法兰应加胶皮垫, 连接螺栓和螺母应有绝缘套管和绝缘垫圈, 填料函进水小管应绝缘。

10 进水支座和台板之间应按 9.2.2 的有关规定安装调整垫片和绝缘垫片, 安装完毕, 进水管和台板的绝缘电阻值应符合 9.1.11 的规定。

9.8.3 水内冷转子出水支座的检查与安装, 应符合下列规定:

1 转子出水支座内部应清洁、无铸砂和杂物, 内外表面无气孔和裂纹。灌水试验时, 座体和窥视孔应无渗漏。

2 出水支座和台板之间接触应密实, 并按 9.2.2 的有关规定在支座和台板之间加装调整垫片。

3 出水支座的水平结合面应平整,安装时应加胶皮垫。

4 胶皮挡水圈应与轴接触紧密并有一定弹性,压圈螺钉应锁紧。水挡的径向间隙宜不大于 0.5mm,左右均匀,上侧间隙可略大于下侧间隙。

9.8.4 水内冷发电机转子和励磁机转子之间带有波形联轴器时,除按 4.7 节对半挠性联轴器的规定进行检查测量外,还应符合下列规定:

- 1 波形筒径向甩水孔应畅通;
- 2 波形筒内的连通短管内外应光滑、清洁,与两端的配合应符合制造厂技术要求;
- 3 胶皮密封垫应有弹性,与轴孔和连通管槽底应配合紧密。

9.9 冷却器

9.9.1 发电机冷却器检查应符合下列规定:

- 1 水室内及壳体铁板应清理干净,并应涂有防腐涂料;
- 2 冷却管内部应畅通,管壁内外应无残留的焊渣和杂物,散热片应完好无损伤;
- 3 水压试验时应将冷却器竖放便于将空气排净;
- 4 水侧应按照制造厂技术要求进行水压试验;
- 5 冷却器管道的胀口如有渗漏可进行补胀,如补胀无效或管道有缺陷时允许堵管,堵管数不得超过该冷却器管道总数的 3%,堵管部位应做记录。

9.9.2 装在发电机壳体内的气体冷却器应有钢印标记,不得错位。

9.9.3 空气冷却器的安装应符合下列规定:

- 1 导轨应水平,轨道与冷却器滚轮无卡涩现象;
- 2 冷却器的纵横中心线和标高应符合设计要求,偏差应不大于 10mm;
- 3 冷却器风室和风道的结合面应安装厚度与实际情况相配合的垫料并应严密不漏;

4 冷却器水管坡度应便于放净存水。

9.9.4 氢气冷却器安装应符合下列规定：

1 冷却器挡风板、压板紧固螺栓及压板螺纹应清洗干净，螺栓螺纹部位应涂厌氧胶后紧固并锁紧。

2 拆下进出水室盖前应与水室做好钢印标记，用干净压缩空气彻底吹扫冷却器管束，并清理各结合面。

3 清理并修整与冷却器接触的定子内表面，应无杂物。

4 立式氢冷却器的管板和框架的尺寸应相吻合，不宜松旷。沿挡风密封垫的全长应齐平，并与定子之间有足够胀力。

5 现场装配冷却器时，压条应按原位安装。密封框、压条、密封垫条之间应涂抹密封胶，密封垫条合缝应按制造厂技术要求粘接。

6 冷却器穿入定子时，应使被挤弯曲的挡风密封垫的凹面迎向气流方向，如图 9.9.4 所示。

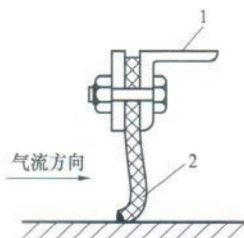


图 9.9.4 挡风胶皮示意

1—冷却器框架；2—橡胶垫

7 冷却器排气法兰应接排气管，经阀门后排入地沟。

9.9.5 氢气冷却器端部的膨胀补偿密封应符合下列规定：

1 采用橡胶垫片的氢气冷却器端部的膨胀补偿密封，宜采用约 6mm 厚的丁腈橡胶。如用橡胶条粘接，其接口应为斜口。

2 采用铝质垫片的氢气冷却器端部的膨胀补偿密封，铝质垫片应平整并有足够弹性，厚度宜为 2mm。

9.9.6 板式冷却器现场检查与安装应符合下列规定：

- 1 核对设备的规格、流程数、流道数和接口位置应与设计相符；
- 2 冷却器的组合压缩量应符合制造厂技术要求；
- 3 冷却板片应平整、无损伤、无翘曲，流程分隔密封条无塑性变形压痕，弹性良好；
- 4 冷却器水压试验应符合制造厂技术要求，试验水质应清洁、无杂物，进水口应加滤网；
- 5 冷却水和工业水的进出口位置应符合制造厂技术要求。

9.9.7 空冷、双水内冷发电机的金属风道应符合下列规定：

- 1 金属风道应平整，无显著凹凸和歪扭现象，风道表面应涂刷防锈漆，法兰结合面应严密不漏；
- 2 风道壁夹层应填入隔热材料；
- 3 风道在垂直方向上应有热膨胀补偿结构。

9.9.8 空冷、双水内冷发电机的通风系统应符合下列规定：

- 1 系统应严密、无泄漏，冷热风之间应严密隔绝，无短路现象；
- 2 风室密封时，风室各个部位应清洁、无尘土和杂物，并按设计要求涂刷油漆，经检查并签证后方可封闭；
- 3 风室门应上锁。

9.10 冷却系统**9.10.1 发电机氢控制站瓶架和四周的保护围栏安装应牢固、平直。****9.10.2 发电机氢气、二氧化碳系统管道的安装，应符合下列规定：**

- 1 管道及管件应采用不锈钢材质；
- 2 管道内应清洁，无油垢、毛刺等杂物，接口应采用氩弧焊接；
- 3 厂内水平装设的气体管道向排水侧坡度应不小于 0.003，供气管道坡度应不小于 0.002，可能残存水分的管段，应在管道最

低点装设疏水阀;

4 管道系统内宜采用隔膜阀,管道阀门应做严密性检查;

5 含氢的排放管道必须单独接至厂房外安全处,排氢管管口应设阻火器;

6 系统布置应便于气体置换操作。

9.10.3 发电机及气体系统整套严密性试验前应完成下列工作:

1 发电机设备及气体系统、密封油系统、出线瓷套管过渡引线应安装完毕;

2 密封油系统经油循环冲洗合格,并能向密封瓦正常供油,密封油压应能稳定地保持高于发电机内部试验气体压力,其差值应符合制造厂要求。

9.10.4 发电机及气体系统整套严密性试验的试验压力与允许漏气量,应符合制造厂技术要求,试验工作应符合下列规定:

1 整套严密性试验前宜分别对氢控制盘及氢气、二氧化碳管道等系统单独试验;

2 试验用压缩空气应符合 9.1.5 的规定,其相对湿度应小于 50%;

3 严密性试验检漏可采用卤素检漏仪或涂皂液检查;

4 整套严密性试验时,氢冷却器水侧应通水,通水压力宜低于试验气体压力 0.10MPa~0.15MPa,以减少冷却管束胀口处内、外压差;

5 检漏试验压力宜采用下限值,难以发现泄漏点时可将压力逐步提高,但不得超过上限值;

6 严密性试验记录应在充入发电机内的气体压力达到试验规定值并稳定 2h,系统内部气温均匀后开始;

7 严密性试验过程中应避免人为因素造成发电机环境温度发生变化,影响测量结果的准确性,温度测量应采用精度高的温度计;

8 严密性试验时,压力测量宜采用玻璃管水银压力计或其他

高精度的表计，U 形水银柱压力计的玻璃管测量时应垂直放置，斜式压差计应水平放置，并不应受阳光照射或靠近冷、热源；

9 严密性试验应持续 24h 以上，并连续记录；

10 发电机及气体系统进行检漏试验和严密性试验时，在系统未泄压或系统内尚含有氢气时严禁施焊。

9.10.5 双水内冷和水氢氢冷发电机外部冷却水管道的安装应符合下列规定：

- 1 所有设备、管道、法兰、阀门等部件应为不锈钢材质。
- 2 弯头应使用热压或冷弯制品，管道系统中不宜使用丝扣连接件。
- 3 管道和阀门的安装应考虑运行操作、取样、排污及冲洗的便利。
- 4 安装前管道和管件内部应清理干净，管道焊接应采用氩弧焊，焊后应对系统进行检查吹扫，以保证无杂物进入发电机。
- 5 法兰应使用聚四氟乙烯垫片。
- 6 发电机冷却水进口的过滤器宜采用不锈钢板网，其流通面积应不小于管道流通面积的 3 倍。滤网在壳体内应装设严密，不得使冷却水旁流。
- 7 由出水支座引出的冷却水管坡向及坡度应符合制造厂技术要求。
- 8 管道系统中的测量仪表和保护装置，应经校验合格，安装位置应便于检查和维护。

9.10.6 冷却水箱应采用不锈钢板或复合钢板制成。水箱应经灌水不漏，内部应光洁无焊瘤。水箱顶部设倒 U 形排气管。

9.10.7 双水内冷或水氢氢冷发电机的冷却水系统安装完毕，投运前应符合下列规定：

- 1 发电机冷却水系统应冲洗合格。
- 2 离子交换过滤器中的填料应取出。
- 3 冲洗应使用合格的凝结水或除盐水，水质应符合表 9.10.7-1

的规定。

表 9.10.7-1 发电机冷却水系统冲洗前水质指标

电导率 (25℃) ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	硬度 ($\mu\text{mol}/\text{L}$)	二氧化硅含量 ($\mu\text{g}/\text{L}$)
≤ 0.4	0	≤ 20

4 冲洗时应先冲洗发电机外部管道,水质合格再进行整套系统冲洗。

5 冲洗时应保持系统的最大流量。系统中有影响流量或可能被污染、损坏的装置应临时拆除,代以短管保持通路。首先开路排放,然后开路和闭路循环交替进行。当电导率大于 $20\mu\text{S}/\text{cm}$ 时应排放后换水。对于双水内冷发电机,如汽轮发电机已具备盘车条件,转子宜盘车冲洗。

6 冲洗时滤网应定期清理并不得拆除,分支仪表管道由仪表施工人员配合冲洗,合格后应将阀门关闭。

7 冲洗回路接入的临时管不得使用碳钢管,可采用清洁且溶出物不影响电导率的橡胶管或塑料管。

8 冲洗完毕水质应符合表 9.10.7-2 的规定。

表 9.10.7-2 发电机冷却水系统冲洗后水质指标标准

适用系统	pH 值 (25℃)	电导率 (25℃) ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	铜 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	溶氧量 ($\mu\text{g}/\text{L}$)
定子冷却水	8.0~9.0	0.4~2.0	≤ 20	≤ 30
转子冷却水	7.0~9.0	≤ 5.0	≤ 40	≤ 30

注: 1 绝缘试验时,电导率应按制造厂的要求执行。

2 溶氧量是针对全密封式内冷却水系统。

9.11 励磁装置

9.11.1 交流无刷励磁系统励磁机检查和安装除应符合空冷发电机的有关规定外,还应符合下列规定:

1 密闭通风励磁装置的中空底座内应清洁、无焊渣、无尘土等杂物;

2 紧固励磁机轴承盖的螺栓应用力均匀并应有防松垫圈;

3 主极和整流极应与壳体接触紧密、无松动现象,螺栓应锁紧。

9.11.2 自励式静态励磁装置检查应符合下列规定:

1 励磁装置轴承检查应符合 6.1.14 的规定。励磁装置轴颈有凸缘轴肩时,电机侧轴肩与轴瓦的轴向间隙应大于轴系膨胀的最大伸长量;

2 联轴器连接前应用 1 000V 绝缘电阻表测量挡油板与转轴接通后转轴与机座间绝缘电阻值,应大于 $0.5\text{M}\Omega$;

3 集电环、碳刷盒与励磁装置转子的间隙应符合制造厂技术要求,与转子凸肩的轴向间隙应符合机组热态膨胀的要求。

9.11.3 励磁装置转子检查应符合下列规定:

1 直接组装在发电机轴头的励磁装置转子,应按制造厂要求的力矩紧固联轴器螺栓,悬臂末端轴头晃度应不超过制造厂技术要求值;

2 只有一个支持轴承的励磁装置转子调整好轴头晃度后,可根据制造厂要求抬高支持轴承。当规定做顶载试验时,其顶起励磁装置转子轴端荷载应为励磁装置转子质量的 $1/2\sim 3/4$,轴端抬起高度应不超过 0.03mm ;

3 双水内冷发电机的励磁装置转子,其中心通水孔内部应清洁、无杂物。

9.12 质量验收应提交的技术文件

9.12.1 发电机及励磁机设备安装质量验收时,应提交下列施工技术记录:

1 基础及预埋件验收记录;

2 台板安装记录;

- 3 机座调整垫片安装记录;
- 4 转子检查记录;
- 5 发电机轴瓦各部间隙测量记录;
- 6 各隔绝轴电流部位的绝缘电阻值记录;
- 7 空气间隙及磁力中心记录;
- 8 发电机风扇间隙测量记录;
- 9 发电机密封瓦检查与安装记录;
- 10 汽轮机-发电机联轴器找中心记录;
- 11 油挡安装记录;
- 12 励磁装置转子检查记录;
- 13 励磁装置各部间隙测量记录;
- 14 励磁机空气间隙及磁力中心测量记录;
- 15 励磁装置转子与发电机转子找中心记录;
- 16 励磁机风扇、风挡及油挡间隙测量记录;
- 17 励磁机轴头径向晃度与末端轴承抬高值记录;
- 18 励磁机或刷架联轴器找中心记录;
- 19 碳刷架各部间隙测量记录。

9.12.2 发电机及励磁机设备安装质量验收时, 应提交下列签证:

- 1 转子严密性试验签证;
- 2 定子严密性试验签证;
- 3 转子通风孔检查签证书;
- 4 穿转子前检查签证;
- 5 端盖安装封闭签证;
- 6 氢气(空气)冷却器严密性试验签证;
- 7 励磁机空冷器严密性试验签证;
- 8 氢气系统设备和管道的严密性试验签证;
- 9 发电机整套严密性试验签证;
- 10 冷却水箱、密封油箱清扫及封闭签证;
- 11 发电机内冷却水系统冲洗签证。

9.12.3 发电机及励磁机设备安装质量验收时,应提交下列检验检测报告:

- 1 由浇灌单位提供的基础二次浇灌混凝土试块强度试验报告;
- 2 发电机转子大轴、护环、风冷叶片探伤报告;
- 3 发电机转子大轴硬度复查报告;
- 4 发电机内冷却水系统冲洗后水质报告;
- 5 发电机、励磁机轴瓦、密封瓦乌金超声波探伤报告。

10 调节保安装置和油系统

10.1 一般规定

10.1.1 本章适用于汽轮机的主油泵、调节机构、汽门及传动机构、保护装置、润滑油系统、控制油系统、密封油系统、油净化装置及电液调节系统的施工。

10.1.2 除制造厂要求不得解体的设备外，油系统设备应解体检查其清洁程度，对不清洁部套应彻底清理，确保系统内部清洁。

10.1.3 调节保安装置及油系统各部件解体、检查、组装应符合下列规定：

1 调节保安部套的解体检查和组装工作，应在洁净的专用区域内进行。

2 主要部件从拆卸、保管到组装应由专人负责。

3 对于可调整的螺母、螺杆、连杆、弹簧、蝶阀等主要部件，其尺寸及有关间隙等应在拆卸前测量记录制造厂的原装数据，并据此进行组装。当拆卸时的记录与出厂记录或图纸要求不符时，应经制造厂确认并重新调整后，作出最终组装记录。组装时各部件钢印标记应与拆卸时相符。

4 各精密部套清洗应使用不致对设备产生腐蚀的清洗剂，擦拭干净后妥善保存。

5 部件应按图纸进行核对，其孔道数量、位置及断面应正确并畅通。

6 弹簧应无裂纹、无锈蚀、无损伤、无变形，端面应平整。

7 组装时各滑动部分全行程动作应灵活，各连接部分的销轴不应松脱、不卡涩。滚动轴承、泵轴等转动零部件盘动时应灵活。

8 各连接部分的销钉、止动垫圈、开口销、锁紧螺母、紧固螺钉等应安装到位并锁紧。开口销应无裂纹，止动垫圈翻边后不得有裂纹。

9 通油部分的各结合面、滑动面、啮合面、轴承和螺栓应涂擦润滑油。

10 各结合面、密封面应接触良好，无贯通性沟痕，丝扣接头应严密不漏，垫料和涂料应选用正确，参见附录 C。

11 暂不组装的部件应采取防损伤、防污染措施封存。

10.1.4 油系统管道施工除应符合《电力建设施工技术规范 第 5 部分：管道及系统》DL 5190.5 的规定外，还应符合下列规定：

1 油管不宜采用法兰接口并应尽量减少焊口，汽轮机轴承座附近的润滑油管道应采用焊接，不得采用法兰连接。管道焊接前应经检查以确保油管内部清洁。

2 油管道焊口应采用氩弧焊打底，DN50 及以下油管应采用氩弧焊接。焊缝的坡口类型、焊口间隙及焊接检验应符合《火力发电厂焊接技术规程》DL/T 869 的规定。

3 供油和回油管道应坡向油箱，供油管道坡度宜为 0.003~0.005，回油管道坡度宜为 0.02~0.03。

4 调节油管道应无盲段或中间弓起的管段。

5 油管与基础、设备、管道或其他设施应留有膨胀间距，保证运行时不妨碍汽轮机和油管自身的热膨胀。与存在胀缩位移的设备部件、管道连接的小油管应符合膨胀补偿规定。

6 油管道应避开高温蒸汽管道，不能避开时应将其布置在蒸汽管道的下方。油管外壁与蒸汽管道保温层外表面应有不小于 150mm 的净距，距离不满足时应加隔热板。运行中存有静止油的油管应有不小于 200mm 的净距，在高温蒸汽管道及阀门附近的油管不宜设置法兰、活接头。

7 油管接头不得承受管道、阀门的荷重。

8 油管道的法兰应采用凹凸法兰，结合面应使用质密耐油

并耐热的垫料，可参见附录 C。垫片应清洁、平整、无折痕，其内径应比法兰内径大 2mm~3mm，外径应接近法兰结合面外缘尺寸。

9 油管法兰连接不得强力对口，法兰螺栓应对称均匀紧固。

10 工厂化预制组装成件的套装油管，安装前应复查组件内部清洁、无杂物，并检查套管内支架管卡应固定牢固。

11 汽轮发电机需隔绝轴电流的各部位与油管连接时，应加装绝缘件，组装前应检查绝缘件完好无损，并应安装正确。为便于测量绝缘，可装设双道绝缘法兰。

12 采用不锈钢材质的油管，管壁与铁素体支吊架接触的地方应采用不锈钢垫片或氯离子含量不超过 50mg/kg 的非金属垫片隔离。

13 用活接头连接的油管应符合下列规定：

- 1) 活接头不得使用焊接的锁母接头；
- 2) 球形锁母接头须涂色检查，接触应严密；
- 3) 平口锁母接头应加装经过退火的紫铜垫，厚度宜为 1mm；
- 4) 管道接头应呈自由状态，连接后锁母应有富余螺纹。

14 伸缩节的安装方向应正确。

10.1.5 油管道阀门的检查与安装应符合下列规定：

1 阀门应为钢制明杆阀门，且开关方向有明确标识，不得采用反向阀门。

2 阀门门杆应水平或向下布置。

3 事故放油管应设两道手动阀门。事故放油门与油箱外壁水平直线的距离应大于 5m，并应有两个以上通道。事故放油门手轮应设玻璃保护罩且有明显标识和“禁止操作”标志，不得上锁。

4 事故放油管道的阀门后宜设检漏点。

5 减压阀、溢油阀、过压阀、止回阀等特殊阀门，应按制造厂技术文件要求，检查其各部间隙、行程、尺寸并记录，阀门应

做严密性检查。

6 阀杆盘根宜采用聚四氟乙烯碗形密封方式。

10.1.6 油系统管道的管材、管件材质及制作应符合下列规定：

1 大口径管道上的弯头应采用热压弯头，DN50 以下管道可采用冷弯管，不得使用灌砂热煨弯管；

2 变径管应采用锻制式、模压式变径管，大口径变径管可采用钢板焊制。不得现场制作变径管；

3 三通应采用机制三通；

4 压力油管应使用无缝钢管；

5 除与设备连接需要外，不宜采用活接头连接。

10.2 调节保安装置

10.2.1 电液调节系统伺服阀、电磁阀、卸荷阀的检查和组装应符合下列规定：

1 设备保存时包装应整洁，防止污染；

2 冲洗时宜采用冲洗板代替正式阀门，通过手动冲洗阀控制油动机上下动作冲洗油动机内部，组件应在油管道冲洗合格后安装；

3 安装时应采取防尘、防水措施，应检查并确认液压模块的接口部位、各进回油口位置尺寸准确，密封圈完好；

4 与液压模块的接触面应平整，无沟槽、无凹坑，表面粗糙度值应不大于 $Ra1.6$ ，平面度应不大于 0.02mm/m ，接触面应洁净；

5 固定螺栓应对称紧固，紧固力矩应符合制造厂技术要求。

10.2.2 电液调节系统伺服阀在进油前应在阀前安装精密滤芯，滤芯过滤精度应符合制造厂技术要求。

10.2.3 电液调节系统薄膜阀或隔膜阀的安装应符合下列规定：

1 阀门应固定牢靠，管道不得承载阀门荷重；

2 隔膜阀应安装在靠近前轴承箱的侧面位置，但不宜直接固

定在前轴承箱上;

3 与隔膜阀相连接的高压保安油管安装应符合阀体上标识的介质流向。

10.2.4 空气引导阀宜安装在前轴承箱附近并固定牢固,排大气口不得对准人行通道,连接抽气止回阀的压缩空气管道长度应尽量缩短。

10.2.5 单独布置的高压遮断模块、试验模块、电磁阀组等部件应固定牢固,安装位置符合制造厂技术要求;无要求时,管道应尽量缩短且便于监视和检修。

10.2.6 安装在前轴承箱上的遮断模块或组件结合面应平整,安装后和前轴承箱应结合严密,各结合面、管道接头无渗漏,管道不得对模块或组件产生附加应力。

10.2.7 调节保安系统的连杆、杠杆、转轴、手柄等机械传动机构应固定可靠、动作灵活、位置准确,动作行程应符合制造厂技术要求。

10.2.8 调节保安装置的滑阀安装应符合下列规定:

- 1 阀腔室内应清洁、无杂物,进回油口无堵塞;
- 2 动作应灵活,阀芯、阀碟和阀套的间隙应符合制造厂技术要求;
- 3 阀芯、阀碟的密封面应光洁,接触良好;
- 4 阀芯的行程应符合制造厂技术要求,弹簧在失去作用力后应能可靠复位。

10.2.9 危急遮断器的安装应符合下列规定:

- 1 拆卸危急遮断器前,应记下固定弹簧紧力的螺母位置,回装时应按原位复装并锁紧。如有两个危急遮断器,其内部部件不得互换。
- 2 飞锤或飞环的最大行程应符合制造厂技术要求。
- 3 危急遮断器轴端的径向晃动应不大于 0.05mm。
- 4 危急遮断器的动作转速应在出厂前进行试验、调整。

10.2.10 危急遮断器脱扣杠杆的安装，应符合下列规定：

1 脱扣杠杆啮合切口的啮合角度及深度应正确，啮合处应无损伤，动作应灵活、无卡涩，连接处无松脱，动作行程应符合制造厂技术要求。

2 挂闸后脱扣杠杆与飞锤或飞环的间隙应符合制造厂技术要求；无要求时，宜为 0.8mm~1.2mm。

10.2.11 危急遮断器喷油试验装置的安装应符合下列规定：

1 喷油管应清洁、畅通，与危急遮断器的进油室在转子最大胀差范围内的相对位置能满足试验规定，喷嘴与进油室的间隙应符合规定。

2 试验拉杆应能正确地控制与飞锤相对应的危急遮断油门的断开或投入及喷油滑阀的通油或断油，且指示正确。

3 喷油试验装置在危急遮断器、危急遮断油门及试验杠杆安装定位后应试动作，并符合制造厂技术要求。

4 直接用危急遮断试验装置进行喷油试验的系统，应试动作并符合下列规定：

1) 试验滑阀旋转方向的指示及油路的切换应与危急遮断器的编号一致；

2) 不进行充油试验时，指示销钉应能可靠防止试验滑阀转动或拉动。

10.2.12 调节保安装置行程开关和指示器的安装应符合下列规定：

1 机械杠杆式指示器的触头、电触点行程开关的触头位置应符合制造厂技术要求，安装后应确认调节保安装置动作后能可靠触发；

2 用安全油顶起活塞及弹簧的指示器，其活塞及指示杆应动作灵活、无卡涩，安全油管应严密不漏并畅通。

10.2.13 轴向位移及差胀保护装置测量元件的安装调整，应在汽轮机推力轴承位置及间隙确定后进行，测量元件相对于汽轮机转

子零位的确定,应符合制造厂技术要求。

10.2.14 电磁式轴向位移及差胀保护装置的安装应符合下列规定:

1 发送器与主轴上的凸缘在轴向和径向的位置和间隙应符合制造厂技术要求,内部位置应与外部指示相对应;

2 发送器的引出电缆绝缘层及屏蔽套管应无损伤,在通过轴承座外壳处应无渗漏;

3 发送器的安装和调整工作应由汽轮机及热工仪表专业人员配合进行,调整后应使就地指示表回到零位并锁定调整杆。

10.2.15 手动危急遮断装置的手柄应有红色保护罩,定位弹子应能将滑阀位置正确定位。

10.2.16 超速监测保护、振动监测保护、轴向位移监测保护等电子保护装置安装时,应配合热工专业调整发送元件,做到测点位置正确、试验动作数据准确,并将引线可靠引至发电机外。

10.2.17 电液调节系统的液压集装件、高压抗燃油泵、高压滑阀、出厂前已经过调整的电液转换阀等应密封存放,现场可不作拆检。

10.2.18 保护装置的各项表计和电磁传感元件安装前应经热工仪表专业人员检查校验合格。

10.3 汽门及其传动机构

10.3.1 自动主汽门、调速汽门、中压联合汽门的进汽部分安装应符合下列规定:

1 对合金钢零件检验应符合 3.2.16 的规定。

2 蒸汽过滤网的孔径应正确,滤网孔径不等时,小孔或无孔部分应正对汽室的进汽方向。

3 滤网与蒸汽室间应留有膨胀间隙且有防止滤网转动的装置,膨胀间隙:周围各点辐向间隙宜为 1mm~1.5mm;端面轴向间隙宜为 1.5mm~3mm。

4 蒸汽室的疏水孔应畅通。

5 阀盖与阀壳结合面的齿形钢垫片应完好, 不应有贯通沟槽。对于无垫料的结合面, 做涂色检查应有连续接触印迹。

6 汽室紧固螺栓应符合 4.4.3 的规定。

7 防止阀座松脱的装置应完好。

8 阀碟、阀座应光洁、无伤痕, 阀碟与阀座间用涂色法检查, 触痕应连续、不间断, 如图 10.3.1-1 所示。

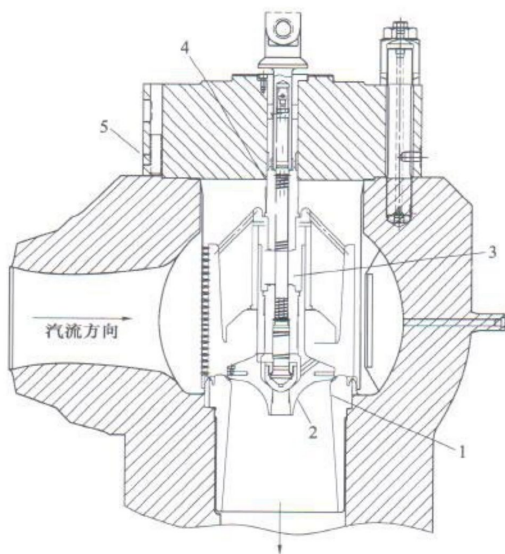


图 10.3.1-1 典型主汽门结构示意图

1—阀座; 2—阀碟; 3—阀杆; 4—阀杆套; 5—阀盖

9 阀碟与阀碟套筒的丝扣应紧固, 沿接触平面四周的点焊应牢固。

10 检查阀杆应无弯曲, 阀杆与阀杆套或阻汽圈的各间隙、行程应符合制造厂技术要求, 阀杆与阀杆套的直径间隙宜为 $0.30\text{mm} \sim 0.40\text{mm}$, 阻汽圈沿杆长方向的总间隙宜为 $2\text{mm} \sim 3\text{mm}$, 导汽圈上的疏汽孔与阀杆套上的疏汽孔应对正。

11 阀体与导向套筒的间隙应符合制造厂技术要求。

12 紧固主汽门和调速汽门汽室盖的螺栓和自密封结构小阀盖螺栓时应防止偏斜，如图 10.3.1-2 所示。

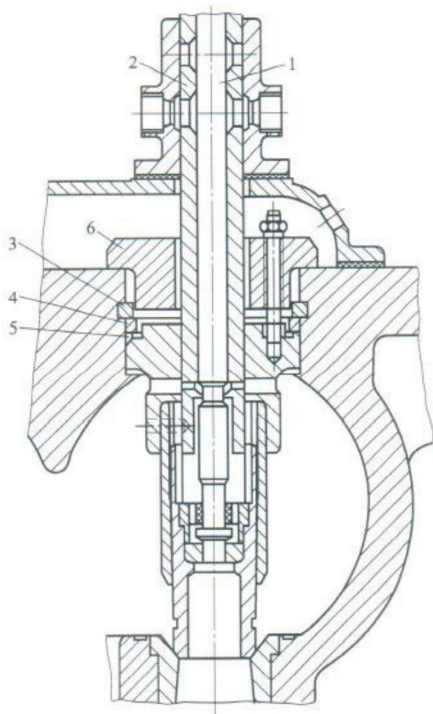


图 10.3.1-2 汽门自密封结构示意图

1—阀杆；2—套筒；3—止动圈；4—压紧圈；5—密封圈；6—小阀盖

13 高温高压汽门蒸汽室螺栓热紧应符合制造厂技术要求。

14 各调速汽门安装应符合制造厂技术要求。

15 调速汽门夹紧环与框架的结合球面及与衬套的结合平面均应接触良好，上部夹紧环与压紧垫圈的间隙 c 宜为 $0.04\text{mm} \sim$

0.06mm, 如图 10.3.1-3 所示。

16 阀门解体后, 各阀杆应防止变形弯曲和损伤。

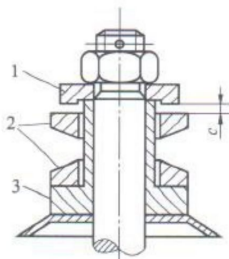


图 10.3.1-3 调速汽门夹紧环间隙示意

1—压紧垫圈; 2—夹紧环; 3—衬套

10.3.2 执行机构及操纵座安装应符合下列规定:

1 安装时不得损坏活塞杆及执行机构上的任何元件, 管接头处的堵头不应拆下, 以免灰尘进入。

2 拆卸和装配弹簧应使用压簧螺栓等专用工具。

3 带有冷却水室的操纵座, 冷却水室应无裂纹、无砂眼等缺陷, 进出水管的螺纹接头应完好无损。必要时, 按工作压力的 1.25 倍对水室进行水压试验, 保持 5min 应无渗漏。

4 测量执行机构安装面距活塞杆端部的距离, 并调整垫片厚度, 以确保在阀门全关状态下执行机构活塞与油缸底部留有缓冲区。

5 操纵座与油动机、阀门安装完毕, 安装相应的位移传感器, 调整行程开关时, 应保证所有的活动部件动作灵活, 无卡涩现象。

6 调整行程刻度牌的位置, 应指示正确。

7 安装位移传感器时, 铁芯与套筒之间应同心。

10.3.3 提板式调速汽门安装除应符合 10.1.3 和 10.3.1 的有关规定外, 还应符合下列规定:

1 每个阀碟的升程和提升杆上滑块的行程, 应符合制造厂技

术要求并记录。提升杆上滑块的行程应保证最末一个阀碟全开。

2 调速汽门全部关闭时,提升杆上的滑块与蒸汽室盖之间的间隙应符合制造厂技术要求;无要求时,宜为 1mm~2mm,油动机活塞应有富余行程。

3 在蒸汽室上安装提板时,提板的方向和调速汽门的位序应正确。

10.3.4 主汽门和中压联合汽门安装应符合下列规定:

1 汽门的标高及中心线位置应符合制造厂技术要求,偏差应不大于 10mm;

2 汽门座与框架应接触密实、连接牢固并装好定位销;

3 汽门支吊装置安装应符合制造厂技术要求;

4 需移动汽门冷拉导汽管时,应在导汽管安装及焊缝热处理完毕后按设计值进行,冷拉时汽门应平直移动;

5 在座架上安装的高压汽门,其固定方式和膨胀方向等应符合制造厂要求。

10.3.5 蒸汽管路吹管时,汽门临时吹管装置安装应符合下列规定:

1 吹管临时装置安装时应拆除高、中压主汽门油动机、外阀盖和阀芯;

2 阀芯及内部装置拆除应符合制造厂技术要求;

3 汽门阀座处安装堵板等临时装置时不得损坏门座密封面;

4 吹管后应对高中压主汽门进行复装,复装前应检查阀体内部符合制造厂技术要求。

10.3.6 凸轮传动装置安装应符合下列规定:

1 各凸轮的方位、线型、排列次序应正确。

2 在冷态及轴受热膨胀时,凸轮轴与轴承在轴向应留有一定间隙。

3 各段凸轮轴找中心时,圆周及端面的偏差不宜超过 0.10mm,且转动灵活。

4 汽缸与凸轮轴支架间的结合面和滑动槽应平整,能膨胀自

如，其死点的定位销应稳固可靠。滑动槽间隙宜为 $0.04\text{mm} \sim 0.08\text{mm}$ ，联系螺栓垫圈间隙宜为 $0.04\text{mm} \sim 0.06\text{mm}$ ，联系螺栓与螺栓孔间在膨胀侧应有足够的间隙。

5 调速汽门杠杆的滚子与凸轮基圆间的间隙，应按制造厂要求在冷态调整。汽轮机满负荷后，在调速汽门关闭的热态情况下，凸轮基圆与滚子间仍应保持 $0.05\text{mm} \sim 0.20\text{mm}$ 的间隙。

10.3.7 调速汽门的连杆和杠杆传动装置安装应符合下列规定：

1 各阀的开启顺序应正确。在油动机活塞处于零位且预启阀及主汽门均关闭的情况下，各阀连杆销轴的各部间隙应符合制造厂技术要求。

2 阀杆与弹簧支座的球形接头应保持 0.10mm 的活动间隙并转动灵活。

3 组装双层弹簧时，内外圈弹簧的末端位置应错开 80° ，以减少不平衡力。

10.3.8 回转隔板转动装置安装时，花键传动轴端部的盘根室应加好填料。盘根室下部应有疏水孔并畅通。汽轮机扣盖前，回转隔板与油动机的连接应符合 4.8.4 的规定。

10.4 离心式主油泵

10.4.1 离心式主油泵如图 10.4.1 所示，检查、组装应符合下列规定：

1 泵壳水平结合面应接触严密，紧 1/3 螺栓后用 0.05mm 塞尺检查应不入。

2 叶轮、轴、连接键之间应配合紧密、无松动。

3 固定叶轮轴向位置的锁紧螺母应有防止松脱的装置。

4 轴颈的径向晃度应不大于 0.03mm ，叶轮密封处的径向晃度应不大于 0.05mm 。

5 叶轮密封环和泵轴油封环间隙应符合制造厂技术要求，密封环与外壳间不宜有紧力，其间隙值应符合制造厂技术要求。

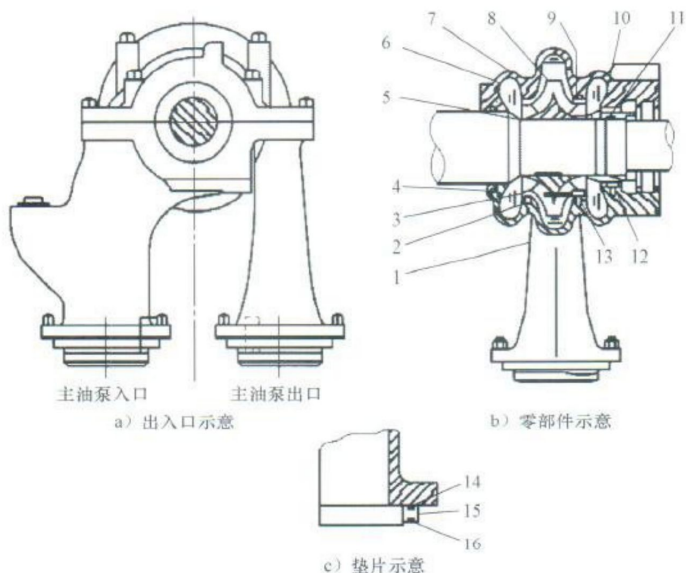


图 10.4.1 典型主油泵结构图

- 1—下半油泵壳体；2、4—密封环（左螺旋）；3、10—定位螺钉；5—定位环；
6—上半油泵壳体；7—通气塞；8—泵轮；9—耐磨环；11—泵轮锁紧螺母；
12、13—密封环（右螺旋）；14、16—O形密封圈；15—衬环

6 密封环与叶轮端面的轴向间隙宜为 $2\text{mm} \sim 3\text{mm}$ 。主油泵轴与汽轮机轴为刚性连接且汽轮机推力轴承位于中轴承座的机组，轴向间隙冷态调整应考虑热态下高压转子相对膨胀值。

7 轴瓦的检查应符合 4.5.1 的有关规定，轴瓦间隙和紧力应符合制造厂技术要求。

8 主油泵出口止回阀应动作灵活、不卡涩。

9 联轴器的检查应符合 4.7.2 的有关规定。

10.4.2 泵壳底部和轴承座结合面应采用整块钢质调整垫片，结合面间有油路通过时，在压力油口周围应接触均匀。紧 $1/3$ 螺栓后，用 0.05mm 塞尺检查各结合面应不入。

10.4.3 主油泵转子与汽轮机转子联轴器找中心的允许偏差及补

偿值,应符合制造厂技术要求。当主油泵为抗振轴时,应将实心轴与空心轴套调整到同心位置并固定后找中心。

10.4.4 主油泵转子与汽轮机转子刚性连接时,应检查主油泵进油侧油封处的轴端晃度,应不大于 0.05mm。调整汽轮机转子汽封注窝中心时,应同时检查主油泵转子在泵壳内的中心,且密封环的间隙应符合制造厂技术要求。

10.5 控制油系统

10.5.1 本节适用于调节保安系统的高压抗燃油系统管道、供油及再生装置、蓄能器组件等部件的安装。采用汽轮机油作为高压控制油介质的可参照执行。

10.5.2 调节保安系统的低压保安系统油管道安装可参照 10.6 执行。

10.5.3 高压抗燃油管道安装和布置应符合下列规定:

- 1 高压抗燃油系统的管道、管件、油箱等应为不锈钢材质。
- 2 尽量减少法兰接口,确实需要法兰连接时应选用对焊法兰。法兰的密封面应平整光洁、接触均匀并不得有贯通沟痕。
- 3 管道交汇处应采用加强型三通。
- 4 管道应采用重载管夹,管夹与管道的接触部位宜采用耐 100℃ 以上高温且有弹性的材料,管道转弯前后应安装管夹,管夹布置间距应符合设计要求。
- 5 螺纹接头处用聚四氟乙烯带做密封料时,螺纹端部前两扣不应包缠。
- 6 抗燃油系统密封圈宜采用氟橡胶材质。
- 7 管道安装前可用洁净的压缩空气吹扫,并使用蘸有无水酒精或丙酮的绸布擦拭管道内壁至洁净。暂时不安装的洁净管道应随时封闭,防止灰尘进入管道。抗燃油管道及部件的清洗不得使用氯化物溶剂。
- 8 管道弯头宜采用大曲率半径弯管,不应采用直角接头。弯管时应使各弯管半径均等,弯管两端留有直段。弯管处应光滑,

无皱纹、扭曲、压扁。

9 管道切割宜采用锯割,不得使用割管刀、砂轮切管机或火焰切割。管道切割后,端部应清洁、光滑,不得有毛刺或翻边。

10 不锈钢管道焊接,应采用氩弧焊。

11 管道接头不得承受管道、阀门的荷重。

12 管道的安装应符合膨胀补偿规定。

13 管道的布置应尽可能避免阻碍检修通道、方便维修,其走向应与汽轮机中心线平行或垂直,避免交叉。

14 抗燃油系统油循环前各组件拆卸的节流孔塞、卸荷阀、弹簧及氟橡胶密封圈等,应清理后做标记并用洁净袋封存,待油质合格后回装。

10.5.4 供油装置安装应符合下列规定:

1 开箱后检查供油装置的油箱、油泵、滤油器、磁性过滤器、溢流阀、蓄能器、自循环冷却系统、抗燃油再生过滤系统、油箱加热器等部件应符合制造厂技术要求且完好无损。

2 开箱后的供油装置应采取保护措施。

3 供油装置的出油口宜朝向汽轮机方向,且应远离高温、高压蒸汽管道 1.5m 以上,装置上方不应有高温蒸汽管道及阀门。

10.5.5 蓄能器组件安装应符合下列规定:

1 蓄能器应经耐压试验无渗漏、无损伤,装配前应将各部件清洗干净;

2 蓄能器组件宜分别安装在运行层汽轮机的侧面和供油装置附近;

3 高压蓄能器的安装位置应尽可能靠近执行机构。

10.5.6 高压抗燃油系统注油后施工应符合下列规定:

1 施工区域的环境应通风良好且无灰尘;

2 操作人员应带好护目镜,防止液体溅出灼伤眼睛;

3 施工结束后,施工人员应及时清洗接触了抗燃油的肌肤;

4 施工中渗漏的抗燃油应妥善存放,集中处理。

10.6 润滑油系统

10.6.1 润滑油系统设备及管道的施工,应符合 10.1 及本节有关规定。

10.6.2 润滑油箱安装前检查应符合下列规定:

- 1 外观无碰伤,各部焊缝无开裂、无漏焊。油箱内部隔板接缝、型钢框架与箱体间的焊缝应严密;
- 2 内部各隔板、滤网应与图纸相符,各油室间应无短路;法兰、锁紧螺母应无松动;
- 3 油箱各开孔位置应与图纸相符,如需变更,应在油箱进油前进行;
- 4 法兰内外口与油箱应焊接严密,栽丝孔不应穿透油箱壁;
- 5 滤网应清洁、无破裂,滤网与框架应结合严密并能灵活拆装,油流不短路;
- 6 油箱灌水试验前,除与管道或设备连接的法兰允许加临时堵板外,其他开孔应装好插座等附件和正式堵板,并加好垫料及涂料,经 24h 灌水试验无渗漏。灌水试验后,箱内应排净水、擦干后封闭;
- 7 油箱内部应彻底清理干净,油漆无起皮或脱落现象。

10.6.3 油箱就位安装时,纵横中心线和标高偏差应不大于 10mm,油箱上安装立式油泵的平面应保持水平。

10.6.4 油箱油位计安装应符合下列规定:

- 1 浮筒应浸油检查不漏;
- 2 指示杆应无弯曲,组装在浮筒上应牢固、垂直;
- 3 油位计应安装牢固、垂直,浮筒及标识杆上下动作应平稳、灵活;
- 4 油位计指示刻度的范围和“正常”“最高”“最低”油位标识应符合制造厂技术要求。

10.6.5 油箱的事故排油管必须接至事故油池,系统注油前必须安

装完毕并确认畅通。

10.6.6 注油器的检查、安装应符合下列规定：

1 喷嘴及扩散管的喉部直径、喷嘴至扩散管喉部距离等应符合制造厂技术要求并做记录；

2 喷嘴及扩散管应组装牢固，各连接螺栓应锁紧，吸入口应在油箱最低油位以下，吸入口的滤网应清洁完好。

10.6.7 排烟机安装应符合下列规定：

1 机壳应无碰伤、漏焊等缺陷，卧式排烟机机壳的泄油孔应畅通；

2 叶片应完好，方位应正确，与外壳应无摩擦且转动平稳；

3 入口管应装油烟分离器；

4 排烟机的出口管口应单独引至厂房外，并应设气体取样旋塞及疏油管，出屋面时应设防雨措施；

5 排烟机支架应平稳、牢固，沿气流的反方向应有 5/1000 的坡度；

6 密封油系统的排烟机不得使用钢质叶轮。

10.6.8 冷油器的检查和组装除应符合 10.1 的有关规定外，还应符合下列规定：

1 冷油器的水侧、油侧、铜管及管板等应清理干净，不得留有铸砂、焊渣、油漆膜、锈污等杂物，管束、隔板与外壳的间隙应符合制造厂要求，水、油的流向正确。

2 管板上的膨胀补偿圈应完整无折痕、规格符合要求。

3 油侧隔板位置应正确，固定牢固、不得松旷，管束隔板与壳体直径间隙应符合表 10.6.8 的规定。

表 10.6.8 冷油器管束隔板与壳体径向总间隙

冷却面积 (m ²)	径向总间隙 (mm)	
	弓形隔板	环盘形隔板
<10.5	≤0.5	

续表 10.6.8

冷却面积 (m ²)	径向总间隙 (mm)	
	弓形隔板	环盘形隔板
10.5~60	≤0.7	≤0.9
60~200	≤0.9	—

4 冷油器组装后, 法兰及仪表孔应封闭严密。

10.6.9 冷油器严密性试验应符合下列规定:

1 板式冷油器严密性试验应符合制造厂技术要求; 无要求时水侧按设计压力 1.25 倍进行水压试验, 保持 10min 无渗漏;

2 管式冷油器水压试验应符合制造厂技术要求; 无要求时, 油侧、水侧均应按设计压力 1.25 倍进行水压试验, 保持 10min 无渗漏;

3 带有膨胀补偿器的冷油器, 试验时应先采取加固措施;

4 下管板与下水室封闭在油室的冷油器, 应在水侧水压合格后才能装入油室;

5 油侧试压后铜管胀口如有渗漏应补胀, 补胀后胀口应无裂纹, 对补胀无效和管壁泄漏的铜管应更换。

10.6.10 冷油器安装应符合下列规定:

1 冷油器安装标高及中心线应符合设计要求, 偏差应不大于 10mm, 壳体应垂直, 上下偏差应不大于 5mm;

2 板式冷油器安装还应留有板片从导杆上卸出、回装和检查的空间。

10.6.11 滤油器检查、安装应符合下列规定:

1 滤油器内部应无短路现象;

2 滤网的保护板应完好, 孔眼应无毛刺和堵塞;

3 带清扫刮片的滤油器, 滤片芯子应能灵活转动;

4 滤油器切换阀的阀碟应严密, 阀杆无漏油, 切换位置应在外部有明显标识;

5 叠片式滤油器各组滤片间的通油方位应正确,安装上盖时各组滤片间应有一定的紧力,防止油短路;

6 滤油器顶部应安装排气管,并加装倒U形弯。

10.6.12 卧式电动辅助油泵检查和安装除应符合6.1和6.2的有关规定外,还应保证轴密封的严密性。

10.6.13 立式辅助油泵检查、安装应符合下列规定:

- 1 油泵检查应符合10.1.3的有关规定;
- 2 泵轴弯曲度应不大于0.04mm;
- 3 滤网应清洁、无破损,且固定牢固;
- 4 油箱盖承重部位应有足够的刚度;
- 5 油泵安装后主轴应垂直,进、出口法兰方向应正确;
- 6 电动机与油泵的找中心和连接应符合6.1的规定。

10.6.14 油轮泵的检查 and 安装,除应符合10.6.13的规定外,还应符合下列规定:

1 喷嘴环与油轮泵之间的密封橡胶圈应完好无损,组装时应涂以制造厂要求的润滑脂,喷嘴环上的挡板及滤网应清洁并固定牢固。

2 喷嘴环上方的垫板应平整光滑,装到喷嘴环上后,垫板上的平面不应高出泵体排油法兰端面。

3 油轮泵各部间隙应符合制造厂技术要求;无要求时,应符合下列要求,如图10.6.14所示:

- 1) 油轮:油轮与喷嘴环之间的每侧径向间隙为0.65mm~0.85mm。油轮与泵体之间的轴向间隙为3.9mm~4.0mm。油轮轴上调整垫与轴承端面的轴向间隙为3.0mm~4.0mm。
- 2) 油泵:油泵吸入室与叶轮吸入侧每侧径向间隙为0.08mm~0.12mm。油泵蜗壳与叶轮压力侧每侧径向间隙为0.08mm~0.12mm。油泵蜗壳与叶轮轴向间隙为 S_1 与 S_2 允许差值不大于0.07mm。推力间隙为

0.12mm~0.15mm。

3) 轴瓦: 径向总间隙为 0.08mm~0.15mm。

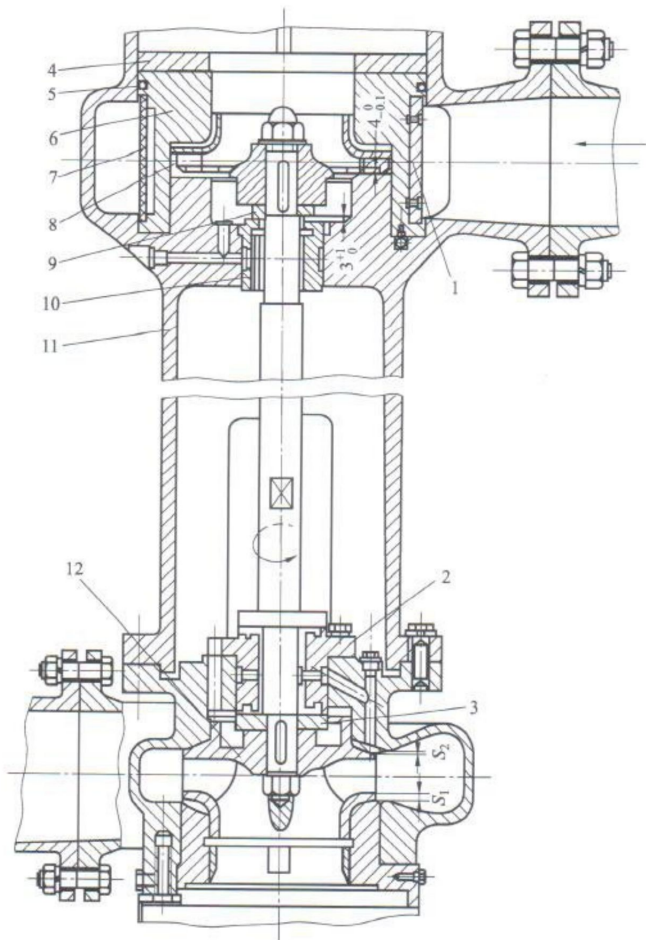


图 10.6.14 油轮泵各部间隙示意

1—挡板; 2—推力轴承; 3—调整盘; 4—垫板; 5—密封圈; 6—喷嘴环; 7—滤网;

8—油轮; 9—调整垫; 10—轴承; 11—泵体; 12—叶轮

4 油泵组装时,所有螺栓应加装锁紧垫圈,组装完毕后,油泵泵体与盖板间的连接螺栓应按制造厂要求锁紧。

10.6.15 顶轴油管的安装除应符合 10.1 的规定外,还应符合下列规定:

- 1 油泵进出口与油管应连接正确;
- 2 安装前管道、接头和轴瓦孔道应吹扫干净;
- 3 管道接头宜采用套管焊接;
- 4 连接到轴承箱的顶轴油管应有膨胀补偿,阀门应严密不漏;
- 5 顶轴油泵的安装位置应使油泵入口低于主油箱最低油位,入口应加滤网;

6 每一轴承的顶轴油管应装设油压力表,表前应装有节流阀和单向阀,压力表应经校验合格;

7 顶轴油泵体上部的溢油口应连接至回油容器;

8 顶轴油管与发电机后轴承座连接时应绝缘,应用 1000V 绝缘电阻表测量,绝缘电阻应不小于 $0.5M\Omega$,绝缘接头应有足够的强度。

10.7 密封油系统

10.7.1 密封油系统设备和管道的施工应符合 10.1 和 10.6 的有关规定。

10.7.2 齿轮式密封油泵的检查应符合下列规定:

1 泵盖、泵壳端部、轴承的润滑油槽和齿轮的中心油孔应正确并畅通;

2 齿轮应接触良好,齿侧间隙宜为 $0.15\text{mm}\sim 0.30\text{mm}$,齿顶间隙应符合制造厂技术要求;

3 齿轮与轴的配合应紧密无松动;

4 轴瓦与外壳或端盖应配合紧密无松动,并应有防止转动的装置;

5 轴瓦间隙为轴颈直径的 $1.2/1000\sim 3/1000$,但不得小于

0.10mm;

6 外壳与齿轮之间的径向间隙应不小于油泵轴承的间隙,宜为 0.15mm~0.25mm;

7 油泵外壳与端盖的结合面应接触良好,在螺栓紧固后用 0.03mm 塞尺检查应不入;

8 泵盖与齿轮端部的轴向总间隙应为 0.10mm~0.25mm,可用垫片厚度调整。

10.7.3 齿轮油泵与电动机的联轴器找中心圆周及端面的允许偏差应不大于 0.10mm。

10.7.4 离心式密封油泵的检查与安装,应符合 6.1、6.2 的有关规定。

10.7.5 螺杆式密封油泵的检查应符合下列规定:

- 1 主动螺杆的中心油孔应清洁、畅通;
- 2 螺杆泵的内部间隙应符合制造厂要求;
- 3 泵轴端部的机械密封应完好;

4 螺杆式油泵与电动机联轴器找中心的圆周及端面允许偏差应不大于 0.10mm。

10.7.6 油窗应为有机玻璃并清洁、透明,玻璃结合面处应垫以耐油垫料,栽丝孔不应穿透壳体。

10.7.7 浮球调节阀的浮球应做浸油试验且无渗漏,调节阀的阀碟与阀座经涂色检查应接触良好。调节阀组合好后应动作灵活、正确。

10.7.8 密封油冷油器油侧的严密性试验,应符合 10.6.9 的规定。冷油器的检查和安装,应符合 9.9.3 的规定,板间应使用耐油垫料。

10.7.9 重力作用式的油氢压差调节阀,活塞动作应灵活,阀门应垂直安装,不得倾斜。安装标高宜比密封油箱高 500mm。通往活塞下部的密封油压导管应从靠近密封瓦进油处接出,导管应减少阻力并略有坡度。

10.7.10 双流环式密封油系统的油压平衡阀,活塞动作应灵活,

阀门应水平安装。氢侧密封油和空侧密封油的导管应从靠近密封瓦进油处接出，两导管应平行，且两管的弯角、坡度和长度应一致。

10.7.11 油封箱内的浮球阀安装应牢固，阀杆活动灵活、无卡塞。关闭状态时密封良好、无泄漏。

10.7.12 氢油分离箱内的隔板与箱体间应无漏焊。管道伸入箱内的长度，应符合制造厂要求。

10.7.13 密封油管的安装除应符合 10.1、10.6 的有关规定外，还应符合下列规定：

- 1 密封油排油管沿排油方向应有不小于 10/1 000 的坡度，管道应短而直；
- 2 直接排入汽轮机主油箱的密封油回油管，在进入主油箱前应安装设油封管，其高度应符合设计要求；
- 3 密封瓦座处供油管应安装就地油压表。

10.8 油系统冲洗

10.8.1 油系统试运应包括下列内容：

- 1 清理油箱，向油箱内注入合格油，注入的汽轮机油和抗燃油的理化性能指标应符合《涡轮机油》GB 11120 和《电厂用磷酸酯抗燃油运行与维护导则》DL/T 571 的有关规定，并有检验证明文件；
- 2 各油泵试运行；
- 3 按有关规定及本节规定进行油系统循环冲洗；
- 4 启动液压油泵进行液压油系统充压试验及严密性检查，并对系统油压进行初步调整；
- 5 油系统设备联锁保护装置的试验与整定；
- 6 油质合格后，恢复油系统部套，根据制造厂技术要求或合同约定，系统注入合格油。

10.8.2 油循环冲洗前应具备下列条件：

1 油系统设备及管道安装完毕、清理干净并严密封闭,系统经承压检查无渗漏;

2 备好充油及油循环所需临时设施,各轴承进油管无滤油器时,宜加装临时滤网,装好冲洗回路,将供油系统中所有过滤器的滤芯、节流孔板等可能限制流量的部件均应取出;

3 各油泵的电动机及系统上的排烟风机经空载试运合格,出口单向阀安装方向正确;

4 油系统设备、管道表面及周围环境应清理干净,无易燃物,工作区域周围无明火作业;

5 备好沙箱、灭火器等消防用具和操作人员防护用品;

6 事故排油系统应符合 10.6.5 的规定。阀门操作灵活并关闭严密,事故油池清理干净。

10.8.3 充油或放油时,临时使用的容器盛过其他油种,应彻底清理,装油和运油时应严防与其他油种混淆。

10.8.4 向油箱充油时,应经过滤油机或净化装置。

10.8.5 油箱及油系统充油时的检查应符合下列规定:

- 1 油箱和油系统设备及管道无渗漏;
- 2 油位指示器动作应灵活,指示与实际油位符合;
- 3 高、低油位信号应调整准确。

10.8.6 油循环可按下列顺序进行:

- 1 冲洗主油箱、储油箱、油净化装置之间的油管道至清洁;
- 2 冲洗主油泵入口管道至油质清洁;
- 3 各轴承进油口宜加装截止阀和临时放油口,轴瓦短路,不得使油进入乌金与轴颈的接触面内,并拆去推力轴承的推力瓦块进行油循环;

4 将前轴承箱内调节保安部套的压力油管与部套断开,直排油箱或将其油管短路连接进行冲洗;

5 交替开闭各轴承临时截止阀,轮流冲洗各轴承管道以加大流速和流量,顶轴油管也应参加冲洗;

- 6 油样检验合格后,对调节保安油系统进行冲洗;
- 7 放掉冲洗油,清理油箱、滤网、各轴承座内部;
- 8 全部系统恢复至正常运行状态,在各轴承进油管加装的滤网应符合制造厂技术要求;
- 9 油循环完毕及时拆掉各轴承进油管的临时装置,恢复各节流孔板。

10.8.7 油循环应符合下列规定:

- 1 管道系统上的仪表取样点除留下必需的油压监视点外应隔断;
- 2 进入油箱与油系统的循环油应始终通过滤油机过滤;
- 3 在系统初步冲洗时应将板式冷油器旁路;
- 4 冲洗过程中可使交、直流两台润滑油泵同时投入运行冲洗,密封油备用泵也可投入冲洗以加大系统流量,油净化装置应在油质接近合格时投入循环;
- 5 冲洗过程中多台冷油器应交替循环;
- 6 冲洗过程中滤网应定期清洗;
- 7 冲洗油温宜冷热交替变化,高温宜为 75℃,但不得超过 80℃,低温为 30℃ 以下,高、低温各保持 1h~2h,交替变温时间约 1h;
- 8 循环过程中冲洗用油宜多次全部过滤,油箱内滤网应定期清理,循环完毕应再次清理;

9 油系统取样应符合《电力用油(变压器油、汽轮机油)取样方法》GB/T 7597 的规定。

10.8.8 氢冷发电机密封油系统的油循环除应符合 10.8.3~10.8.7 的规定外,还应符合下列规定:

- 1 密封油系统的交、直流油泵的就地和远程启停应经试验动作正确,保护装置动作灵活、可靠;
- 2 冲洗前应采取防止冲洗油漏入发电机内的措施;
- 3 发电机轴承冲洗合格后,与润滑油系统相连的密封油管可

从发电机密封瓦处向油箱进行反冲洗；

4 密封瓦处应进行短路循环；

5 冲洗油应不经过油氢压差调节阀和油压平衡阀，从旁路通过；

6 冲洗完毕应清理氢油分离箱、油封箱、过滤器等。

10.8.9 为提高油循环的冲洗效果，可采用下列措施：

1 采用大流量油冲洗装置时，应符合 10.8.7 和 10.8.8 的规定；

2 当油经过冷油器循环时，宜从冷油器放油堵口经临时管将油排至油箱，以避免脏油积存在冷油器内；

3 在分段冲洗时，可按正常流向的逆向冲洗；

4 外露的管道、弯管及焊缝用铜锤、木槌或击振器敲击；

5 冲洗死角应采取辅助清洗措施。

10.8.10 电液调节系统，油循环冲洗工作应符合下列规定：

1 向抗燃油箱充油应经过 $3\mu\text{m}$ 滤网；

2 拆除汽门执行机构组件上的伺服阀、供油管孔板、危急遮断组件上的电磁阀，并在拆除部位安装制造厂提供的冲洗组件；

3 油系统金属滤网，应更换为临时冲洗滤网；

4 抗燃油再生装置应投入循环冲洗；

5 冲洗时两台抗燃油泵应同时运行，调整油箱组合件的减压阀使排油压力为 3.5MPa ，油泵出口流量应达到最高值；

6 短时间交替切断各执行机构的截流阀，关闭薄膜阀，以增大冲洗流量；

7 保持循环油的温度为 $54^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ；

8 定期清洗油箱磁棒；

9 当油箱滤油网前后压差达 0.7MPa 时，应更换滤芯或使用专用的超声波洗清器清洗。

10.8.11 汽轮机润滑油、抗燃油，油循环冲洗合格应符合下列规定：

1 润滑油从油箱和冷油器底部放油点取油样化验。抗燃油从

设计要求的取样点或回油母管的滤网前取油样化验;

2 润滑油油样颗粒度应不低于 NAS6 级, 见附录 F;

3 抗燃油油样颗粒度应不低于 SAE AS4059 F 中 5 级或 NAS5 级, 见附录 F。

10.8.12 油系统各处油压应符合制造厂技术要求。氢冷密封油系统中油氢压差调节阀和油压平衡阀的调整, 应在发电机整套风压试验时进行。

10.9 质量验收应提交的技术文件

10.9.1 汽轮机调节保安装置和油系统安装质量验收时, 应提交下列施工技术记录:

1 电液调节系统的各伺服阀、电磁阀、卸荷阀、隔膜阀、空气引导阀、高压遮断模块及试验模块安装记录;

2 危急遮断器固定弹簧紧力的螺母位置记录、脱扣杠杆与飞锤或偏心环之间的间隙记录;

3 电磁式轴向位移及差胀保护装置的发送器与主轴凸缘间轴向和径向间隙记录;

4 液压式轴向位移保护装置的喷油嘴与主轴凸缘的间隙记录;

5 液压调节机构的旋转阻尼间隙记录, 蝶阀间隙记录, 径向钻孔泵各项记录, 弹性调速器各项尺寸记录, 随动滑阀与弹性调速块之间的间隙记录, 各调整弹簧、连杆等定位长度记录, 各节流孔尺寸记录, 超速滑阀及油窗实测尺寸记录;

6 汽门阀杆与阀杆套间隙记录;

7 汽门阀杆空行程、预启阀行程及阀碟行程记录;

8 汽门就位找正记录;

9 汽门螺栓紧固记录;

10 汽门支吊装置安装记录;

11 抗燃油装置就位记录;

- 12 各油泵检查、安装记录;
- 13 各冷油器严密性试验记录;
- 14 各冷油器安装记录;
- 15 各油箱安装记录;
- 16 试运记录。

10.9.2 汽轮机调节保安装置和油系统安装质量验收时,应提交下列签证:

- 1 各油箱封闭签证;
- 2 抗燃油系统冲洗前检查签证;
- 3 抗燃油系统冲洗后签证;
- 4 冷油器严密性试验签证;
- 5 润滑油和密封油冲洗前检查签证;
- 6 润滑油和密封油冲洗后签证;
- 7 汽门及调速汽门严密性检查签证。

10.9.3 汽轮机调节保安装置和油系统安装质量验收时,应提交下列检验检测报告:

- 1 汽门合金钢零部件光谱分析报告及汽室螺栓硬度、探伤和金相复查报告;
- 2 抗燃油系统冲洗后油质化验报告;
- 3 润滑油和密封油系统冲洗后油质化验报告。

11 汽轮机本体范围的管道

11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于汽轮机本体定型设计范围内的导汽管、本体疏水管道、轴封管道（联箱前）、门杆漏汽管道及附件的施工。

11.1.2 汽轮机本体范围内管道施工和焊接应符合《电力建设施工技术规范 第5部分：管道及系统》DL 5190.5 和《火力发电厂焊接技术规程》DL/T 869 的有关规定。

11.1.3 汽轮机本体范围内管道的合金钢管材及附件在组装前应进行光谱检验并做记录。易产生裂纹的高合金钢材料，如 T91/P91、T92/P92、P911、P122 等检验后应及时用砂轮或砂布除去燃弧斑点。

11.2 阀门安装

11.2.1 本节适用于强制关闭抽汽止回阀、高排止回阀、轴封压力调整器、紧急排放阀、通风阀、真空系统中的阀件等特殊管道部件。

11.2.2 汽轮机本体范围内的阀门除应按照《电力建设施工技术规范 第5部分：管道及系统》DL 5190.5 的规定进行检查外，还应対高温紧固件的材质和紧固力矩进行检查并符合制造厂技术要求。

11.2.3 带电气及控制元件的阀门，检查及安装工作应由电气、热工专业与机务专业配合进行。

11.2.4 气动或液压式阀门的气动部分或液压部分应动作灵活、正确，气管、液压管及接头等应畅通、无阻塞。

11.2.5 电磁式、液压式和重锤式抽汽止回阀、高排止回阀的检查

与安装应符合下列规定：

1 止回阀应进行严密性灌水检查，确认无渗漏，阀芯与阀座应接触严密；

2 缓冲器应平滑自由上下，缓冲小孔应畅通，铜套与缓冲器固定牢固。关闭时缓冲应有富裕行程；

3 缓冲器工作介质为油时，油质及油位应符合制造厂技术要求；

4 阀芯上的螺母应锁紧，并按照制造厂要求预留活动间隙；

5 电磁式、液压式的操纵杆开关离合器、衔铁滑阀等的行程、间隙应符合制造厂技术要求；

6 阀门操纵座的弹簧应无歪斜、卡涩现象；

7 重锤式止回阀，重锤应在垂直方向动作；

8 盘根紧度应适当，填料函及其压盖与阀杆四周间隙应均匀，无卡涩现象；

9 阀门组装完后应做动作试验，动作应灵活并关闭严密。

11.2.6 在真空条件下工作的水封阀，其阀杆的水封环应对准进水管，考克、堵头部位应有水溢出。

11.2.7 通风阀、紧急排放阀等带有压紧弹簧的阀门，操纵支架与阀体的结合应牢固，弹簧位置准确无卡涩，阀盖、支架的螺栓无松动，门杆漏汽、压缩空气接口应畅通。

11.2.8 阀门传动装置安装应符合下列规定：

1 传动装置应预留活动空间，且不妨碍其他设备的膨胀或操作；

2 传动杆的角度应小于 30° ，单根传动杆长度应小于 4m；

3 传动装置、支点轴承、方向变换箱应平直、牢固；

4 传动装置操作应灵活、可靠。

11.3 管道安装

11.3.1 汽轮机本体管道安装前应清理干净，安装中断应采取临时

封闭措施, 最终封闭应有专人监护并检查, 确认无杂物。

11.3.2 不得在缸体上引燃电弧。

11.3.3 无设计的汽轮机本体小口径管道施工应符合下列规定:

- 1 应符合系统图或三维示意图的要求;
- 2 管道的布置应保证设备及管道保温后能自由膨胀;
- 3 管道沿排水侧应有坡度;
- 4 管道及阀门布置应方便运行操作和检修, 且不妨碍安全通行;
- 5 不便于就地操作的阀门应装设操作平台或传动装置, 位于平台下或沟道内的阀门应加活动盖板;

6 依据管道设计规范选用支吊架。

11.3.4 与汽缸或其他设备相连接的管道安装应符合下列规定:

1 应符合制造厂技术要求和《电力建设施工技术规范 第5部分: 管道及系统》DL 5190.5 的规定;

2 管道重量应由支吊架承受, 不应使汽缸或其他设备承载, 管道及附件应不妨碍设备膨胀;

3 管道支吊架根部受力不在同一框架结构基础的, 应在受力框架基础沉降均匀后连接;

4 导汽管等大口径管道、联合汽门与汽缸的连接应符合制造厂技术要求;

5 管道冷拉值应符合设计要求, 冷拉时不应使汽缸或设备承受外力;

6 管道导向定位销、槽应光滑、无毛刺, 间隙应符合设计要求;

7 与设备连接的管道应在设备定位并紧固地脚螺栓后进行连接, 不应强力对口;

8 管道连接或焊接时不应使汽缸或其他设备产生变形或位移;

9 设备就位后无法连接或不易连接的管道, 应在设备正式就

位前连接, 检查合格后就位;

10 主汽门、中压联合汽门等一次门与汽缸间的管道, 连接前后检查应符合 3.2.19 的规定;

11 汽缸与一次门间的管道焊缝应进行 100% 无损检验。

11.3.5 节流孔板、流量孔板和流量喷嘴, 应先以直管连接, 在管道冲洗后安装。安装时应与热工专业配合检查, 孔径等几何尺寸和方向应正确, 并做记录。

11.3.6 汽轮机本体范围内疏水管道安装应符合下列规定:

1 汽轮机本体疏水系统不得与其他疏水系统串接;

2 疏水管、放水管、排汽管等与主管道连接时, 应选用与主管道相同等级的管座, 不得将管道直接插入主管道;

3 疏水阀门应严密不漏, 接入汽轮机本体疏水扩容器联箱上的接口, 应按设计压力高低顺序布置, 阀门布置应满足操作和管道膨胀的要求;

4 疏水联箱的底部标高, 应高于凝汽器热井最高工作水位;

5 室内疏水漏斗应加盖, 并远离电气设备。

11.3.7 U 形疏水管道安装应符合下列规定:

1 U 形疏水管高度应符合两侧压差的要求。

2 埋设在地下的 U 形或套管形式的疏水管道, 应进行 1.5 倍设计压力的水压试验, 且最低试验压力不应低于 0.2MPa, 维持 5min 无渗漏。不得将土建预埋管作为套管式疏水管。

3 埋设在地下的管道表面应采取防腐措施。

11.3.8 汽门门杆漏汽系统的安装应符合制造厂技术要求, 一次和二次漏汽系统不得混淆。固定在汽缸上的母管应牢靠。

11.3.9 汽轮机本体范围内管道安装完毕后, 应根据制造厂技术要求进行检验。无要求时, 应符合下列规定:

1 按 1.5 倍的设计压力进行水压试验, 维持 10min 无渗漏;

2 与汽缸连接的其他管道进行水压试验时, 即使已关闭与汽缸间的隔离阀, 也应打开汽缸疏水阀进行监视;

3 现场不做水压试验的主蒸汽及再热蒸汽导汽管,在与汽门、汽缸最终连接前应对焊口进行 100%无损检验,合格后方可进行最后一道焊口的焊接;

4 运行时处于真空状态的管道可灌水检查,中、低压汽缸连通管可做渗油试验,试验后应清洗干净。

11.4 质量验收应提交的技术文件

11.4.1 汽轮机本体范围内的管道安装质量验收时,应提交下列施工技术记录:

- 1 管道蠕变测量记录;
- 2 流量测量装置安装记录;
- 3 位移指示器安装记录;
- 4 支吊架安装调整记录;
- 5 阀门检查、试验记录。

11.4.2 汽轮机本体范围内的管道安装质量验收时,应提交下列签证:

- 1 管道封闭签证;
- 2 管道严密性试验签证;
- 3 管道吹扫、冲洗签证。

11.4.3 汽轮机本体范围内的管道安装质量验收时,应提交下列检验检测报告:

- 1 合金钢管道、管件材质复查报告;
- 2 管道焊缝无损检测报告;
- 3 导汽管法兰螺栓光谱、硬度及金相等检测报告。

12 起重设施

12.1 桥式起重机

12.1.1 本节适用于电站桥式起重机、电动单梁起重机的施工。

12.1.2 交付安装的混凝土行车梁应符合下列规定：

- 1 混凝土外观无裂纹、无露筋、无蜂窝等缺陷；
- 2 混凝土已达到设计强度并有试验报告；
- 3 梁面、轨面标高应符合设计要求，偏差应不大于 10mm。

12.1.3 行车轨道夹板、紧固螺母、垫圈安装齐全，紧固应牢固。轨道接头的焊接符合设计要求，限位装置应牢固、可靠。行车梁、垫铁、轨道压板、轨道之间的接触应密实无松动。

轨道尺寸允许偏差应符合表 12.1.3 的规定。

表 12.1.3 轨道尺寸允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差值
轨距与设计尺寸偏差	跨距 < 19.5m	≤ 3
	跨距 ≥ 19.5m	≤ 5
单轨中心线	平直度偏差	≤ 3
	与基准线偏差	≤ 3
轨道	纵向水平度	< 1/1500 柱距
	横向水平度	< 1/100 轨宽
	全程轨顶标高高、低差	± 10
道轨同断面两轨顶标高偏差		± 10
轨道间隙	一般接头	1~2
	温度接头	4~6

续表 12.1.3

项 目		允许偏差值
温度接头间隙与设计值偏差		≤ 1
轨道接头	横向错口	≤ 1
	高低差	≤ 1

12.1.4 桥式起重机装卸搬运应符合下列规定:

1 吊装时,应按制造厂要求的起吊点起吊;制造厂无要求时,起吊应至少捆扎两处,捆扎处应有衬垫物。

2 对于箱形结构,捆扎点应在走轮或大梁梁身处,不得在走台或机械零件部位。

3 对于桁架结构,捆扎点应在竖杆的结点处。

4 搬运时应采用拖板或平板车并放平垫实。

12.1.5 桥式起重机组安装前检查应符合下列规定:

1 部件外观检查,应无漏焊、无裂纹、螺栓无松动;

2 钢丝绳应无断股,规格型号应符合制造厂技术要求;

3 缓冲器、限位开关应安装牢固;

4 吊钩在最上方时,滚筒应能容纳全部钢丝绳,吊钩在最下方时,滚筒上至少应保留两圈钢丝绳;

5 桥式起重机组安装允许偏差应符合表 12.1.5 的规定。

表 12.1.5 桥式起重机组安装允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差值
主梁跨距偏差		≤ 5
桥架对角线 允许偏差	箱形梁	≤ 5
	单腹板或桁架梁	≤ 10
箱形梁旁弯度		$< 1/2000$ 跨距
单腹板、桁架梁 旁弯度	跨距 $\leq 16.5\text{m}$	≤ 5
	跨距 $> 16.5\text{m}$	$1/3000$ 跨距

续表 12.1.5

项 目			允许偏差值
箱形梁小车轨距偏差	距端		+2~-1
	跨端	跨距<19.5m	1~5
	跨中	跨距≥19.5m	1~7
单腹板和桁架梁小车轨距偏差			≤3
小车轨道高低偏差	轨距≤3.5m		≤3
	轨距≤4m		≤5
	轨距>4m		≤7
小车轮跨距偏差			≤3
大车轮端面偏斜度			≤L/1000, 且两主动轮（或从动轮）偏斜方向相反
同一平衡梁上两车轮同位差			≤1
同一端距离最远两车轮同位差			≤3
大车轮垂直偏斜度			≤L/400
各传动轴晃度			≤1

注: L 为测量位置的车轮弦长。

12.1.6 桥式起重机吊装前, 机械部套检查应符合下列规定:

- 1 各传动装置与减速机齿轮的检查, 应符合 4.9 的规定。
- 2 旋转传动机构, 走轮和各传动构件应旋转灵活、无卡涩。
- 3 齿轮箱应无渗漏, 手孔盖及垫料等应严密。
- 4 各部分铆钉、螺钉应齐全、紧固。
- 5 各滚筒、吊钩滑轮和车轮等部件经外观检查应无伤痕、无裂纹。
- 6 相连接的各传动轴应无弯扭, 晃度值应不大于 1mm。
- 7 各轴应转动灵活, 吊钩、滑轮及传动轴的轴承应清洁, 注

油装置齐全、畅通。添加的润滑剂应符合制造厂技术要求, 间隙应符合 6.1.14 的规定。

8 传动齿轮、联轴器等外露的传动部件应装设保护罩。

9 小车车轮跨度的偏差应不大于 3mm。

12.1.7 桥式起重机的吊装应符合下列规定:

1 支撑起重机的桥架厂房为单排柱子时, 在未装屋架使厂房形成整体框架以前不得起吊, 特殊情况下应提出措施, 并经审核批准;

2 起吊机具应经负荷试验合格。

12.1.8 桥式起重机吊装后检查应符合下列规定:

1 行走机构的检查应以主动轮外侧面为基准。

2 大车各车轮端面应与轨道平行, 偏斜度 p 应小于 $L/1\,000$ (L 为测量位置车轮弦长), 如图 12.1.8-1 所示, 且两个主动轮或从动轮的偏斜方向应相反。

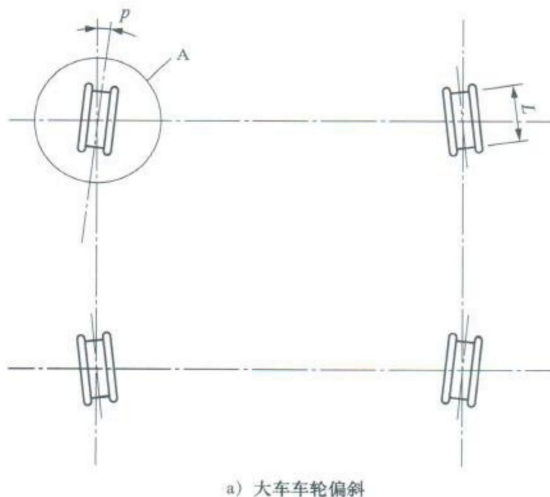


图 12.1.8-1 大车车轮偏斜示意

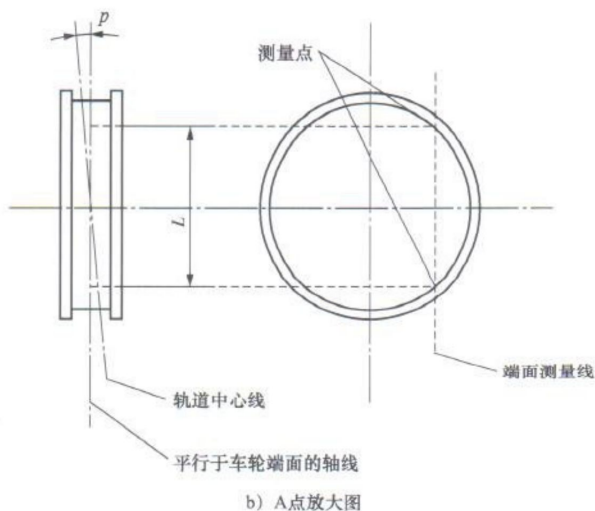


图 12.1.8-1 大车车轮偏斜示意 (续)

3 装在同一平衡梁上的两个车轮同位差应小于 1mm。同一端梁下距离最远车轮间的同位差应小于 3mm, 如图 12.1.8-2 所示。

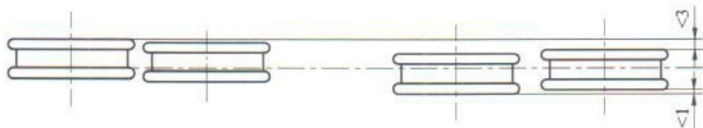


图 12.1.8-2 车轮同位差示意

4 大车轮在轨道上对轨道的垂直偏斜应小于 $L/400$ (L 为测量位置车轮弦长), 车轮上边不得偏向内侧, 如图 12.1.8-3 所示, 车轮与轨道应无间隙。

5 大车轮缘与轨道侧面应有足够间隙, 在各种气温条件下轮缘不应卡钢轨。



图 12.1.8-3 大车轮对轨道的偏斜示意

6 所有固定零件应按制造厂技术要求加装锁紧装置。

12.1.9 桥式起重机制动器检查安装应符合下列规定：

- 1 制动系统各部分动作应灵活，销轴无卡涩；
- 2 制动轮和制动瓦上的制动带在制动时应贴合良好；
- 3 制动瓦张开时制动轮两侧间隙应均等；
- 4 制动轮及制动盘径向圆跳动，直径小于 250mm 时应不大于 0.1mm，直径为 250mm~500mm 时应不大于 0.12mm；
- 5 短冲程制动器、制动带与制动轮间的单侧间隙应符合表 12.1.9 的规定；
- 6 长冲程制动器、制动带与制动轮间的单侧间隙，宜为 0.7mm~0.8mm，且两侧均匀。

表 12.1.9 短冲程制动器，制动带与制动轮单侧间隙 (mm)

制动轮直	100	200	300
允许间隙	0.6±0.1，且两侧均匀	0.8±0.1，且两侧均匀	1.0±0.1，且两侧均匀

12.1.10 起重机组装时，构件焊接应符合重要结构焊接的规定，焊条应经检验合格。

12.1.11 起重机钢丝绳的检查与安装应符合下列规定：

- 1 钢丝绳应有质量证明文件。钢丝绳的品种、规格和强度应符合制造厂技术要求；

2 穿钢丝绳应使钢丝绳在滚筒终端紧固、可靠。

12.1.12 桥式起重机安装完毕应进行负荷试验，试验前应具备下列条件：

1 机械、电气、安全等设施安装齐全，正式或临时电源安全可靠，电气设备绝缘电阻合格，试运动作正常，各操作装置动作方向已标明，操作方向与运行方向经核对无误，继电保护装置灵敏、可靠；

2 起落大钩的各档调节控制应灵敏、准确；

3 起重机的过卷限制器、过负荷限制器、行程限制器及轨道阻进器的联锁开关等安全保护装置齐全，并经试验确认灵敏、可靠，限制位置应做标记；

4 屋顶、屋架上悬挂的索具、行车梁上的杂物和插筋等应清理干净，轨道上无油脂等润滑物质；

5 起重机司机已取证；

6 桥式起重机铭牌已安装；

7 各制动器内的油脂符合环境温度的要求；

8 盘动各机构的制动轮，旋转应无卡涩，制动器灵敏、可靠；

9 负荷试验用的荷重物重量应准确，并不得使用正式设备作荷重物。

12.1.13 桥式起重机的试运转应包括试运转前的检查、空负荷试运转、静负荷试验和动负荷试运转。在上一步骤未合格之前，不得进行下一步骤的试运转。

12.1.14 桥式起重机空负荷试运转应符合下列规定：

1 操纵机构的操作方向应与起重机的各机构运转方向相符。

2 依次开动各机构的电动机，运转应正常，大车和小车运行时不应卡轨。各制动器能准确、及时、有效动作，各限位开关及安全装置动作应准确、可靠。

3 电源采用临时电缆时，放缆和收缆的速度应与相应的机构速度相协调并满足工作极限位置的要求。

- 4 起重机防碰撞装置、缓冲器等装置应可靠;
- 5 除本条第 4 款可做 1 次~2 次试验外, 其余各项试验应不少于 5 次, 且每次动作准确无误;
- 6 测量主梁的实际上拱度应大于 $0.7S/1\,000\text{mm}$ (S 为起重机跨度)。

12.1.15 桥式起重机静负荷试验应符合下列规定:

1 有多个提升机构的起重机, 应分别对各提升机构分别进行静负荷试验。设计允许联合起吊的, 应在分别试验后再做提升机构联合起吊的静负荷试验, 其提升重量应符合设备制造厂的技术要求。

2 静负荷试验应符合下列规定:

- 1) 先静负荷试验前, 起升机构、小车应进行空负荷试运行。起升机构、小车在全行程上往返运行, 空载试运转应至少 3 次且无异常。
- 2) 静负荷试验前, 应进行加负荷起升试运转, 小车停在跨中, 分次直至加到额定负荷后, 小车在桥架全行程上往返运行数次, 各部件、机构运转应正常, 卸去负荷后桥架结构应无异常。
- 3) 静负荷试验时, 小车应停在跨中, 缓慢提升 1.25 倍额定起重量的负荷, 离地面高度约为 $100\text{mm}\sim 200\text{mm}$, 悬吊停留时间应不少于 10min, 起重机应无失稳现象。卸去负荷后, 将小车移至跨端或支腿处, 检查起重机桥架金属结构应无裂纹、无焊缝开裂、无油漆脱落及其他影响安全的损坏或松动等异常。
- 4) 静负荷试验不得超过 3 次, 试验后主梁应无永久变形。
- 5) 起重机静态刚性检查时, 应将小车开至桥架跨中处, 起升额定起重量的负荷, 离地面约 200mm , 待起重机及负荷静止后测量桥架垂直静挠度值并计算静态刚度。起重机的静态刚性应符合制造厂技术要求; 无要求时, 应符合表 12.1.15 的规定。

表 12.1.15 起重机静态刚性要求

起重机的静态刚性 (引自《通用桥式起重机》GB/T 14405)	低定位精度要求 $f \leq S/500$
	中定位精度要求 $f \leq S/750$
	高定位精度要求 $f \leq S/1000$

注：1. f 为额定起重重量和小车自重在主梁跨中所产生的垂直静挠度。

2. S 为起重机跨度。

- 6) 起重机静负荷试验后，应测量主梁上拱值。测量时，小车应移至起重机极限位置，上拱最高点应在跨度中部 $S/10\text{mm}$ 范围内，其值不应小于 $0.7S/1000\text{mm}$ 。

12.1.16 桥式起重机动负荷试运转应符合下列规定：

1 各机构的动负荷试运转应分别进行。联合试运转应符合制造厂技术要求。

2 各机构的动负荷试运转应全行程进行，起重重量应为额定起重量的 1.1 倍。累计启动及运行时间，电动起重机应不少于 1h，手动起重机应不少于 10min。

3 试验检查应符合下列规定：

- 1) 起重机行走平稳，无特殊振动、无卡涩、无冲击；
- 2) 车轮无卡轨现象和异声；
- 3) 各轴承温度正常；
- 4) 各变速部分、转动部分声音正常，机构传动灵活、可靠；
- 5) 大小钩制动器灵活、可靠，各制动器、制动带温度宜为 $50^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ；
- 6) 电动机及其控制设备运行情况正常，限位开关、安全保护、联锁保护装置动作准确、可靠。

12.1.17 桥式起重机安装前、安装过程中、投入使用前应按照《起重机械安装改造重大维修监督检验规则》TSGQ 7016 和《起重机械安全技术监察规程—桥式起重机》TSGQ 0002 的规定向当地特种设备监察部门告知并接受监察。

12.2 电动（手动）葫芦

12.2.1 电动葫芦车轮轮缘内侧与工字钢轨道下翼缘边缘的间隙 C 应为 3mm~5mm，如图 12.2.1 所示。

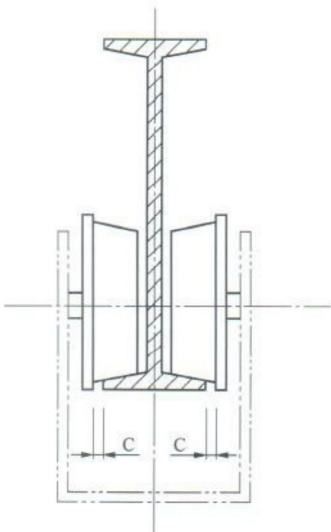


图 12.2.1 车轮轮缘内侧与工字钢轨道下翼缘边缘的间隙

12.2.2 连接运行小车两墙板的螺栓，螺母的锁件（锁紧装置）应装配正确。

12.2.3 电动葫芦安装前检查应符合下列规定：

- 1 制动环无破损，无油脂。制动轮轴向窜动值应为 1.5mm~3mm；
- 2 减速箱齿轮应无损伤，行走轮转动应灵活；
- 3 油质应符合制造厂技术要求；
- 4 钢丝绳无断丝及硬弯。

12.2.4 电动葫芦阻进器应保证限制电动葫芦不滑出轨道，不碰障碍物。

12.2.5 限位器调整应符合下列规定：

- 1 吊钩在最低位置时卷筒上钢丝绳保留量应大于 3 圈；
- 2 吊钩在最高位置时滑轮与卷筒外壳距离应大于 600mm。

12.2.6 电动（手动）葫芦负荷试验应符合下列规定：**1 空负荷试验应符合下列规定：**

- 1) 操纵机构的操作方向应与起重机的各机构运转方向相符；
- 2) 分别开动各机构的电动机，运转应正常，电动葫芦运行时不应卡轨；
- 3) 各制动器动作应及时，各限位开关及安全装置动作安全、可靠；
- 4) 空负荷试验应分别进行吊钩起升、电动葫芦全行程运行动作试验，次数不应少于 3 次。

2 静负荷试验应符合下列规定：

- 1) 试验荷重为 1.25 倍额定荷重，将电动葫芦停在轨道梁跨中，无冲击地起升荷重距地面 100mm，停留 10min 后检查应无失稳现象；
- 2) 卸载后，电动葫芦及轨道金属结构应无裂纹、焊缝开裂、油漆脱落及影响安全或松动等缺陷。

3 动负荷试验应符合下列规定：

- 1) 各机构的动符合试验应在全行程上进行；
- 2) 试验荷重为 1.1 倍额定荷重；
- 3) 累计起动及运行时间，电动葫芦不应少于 1h，手动葫芦不应少于 10min；
- 4) 各机构动作应灵敏、可靠，安全保护、联锁装置和限位开关的动作应准确、可靠；
- 5) 卸载后，电动葫芦及轨道金属结构应无裂纹、焊缝开裂、油漆脱落及影响安全或松动等缺陷。

12.3 质量验收应提交的技术文件

12.3.1 起重设备安装质量验收时，应提交下列施工技术记录：

- 1 桥式起重机轨道安装记录；
- 2 主梁跨距偏差和主梁挠度记录；
- 3 制动器、制动带与制动轮单侧间隙记录。

12.3.2 起重设备安装质量验收时，应提交行车轨道梁（混凝土梁或钢结构梁）交付安装签证。

12.3.3 起重设备安装质量验收时，应提交下列检验检测报告：

- 1 钢丝绳强度试验报告；
- 2 负荷试验报告及签证书。

13 汽轮机化妆板、平台、梯子和盖板

13.1 汽轮机化妆板

13.1.1 汽轮机化妆板的安装应符合下列规定：

- 1 化妆板应清洁、平整，无锈垢、无疤痕等缺陷，骨架应平直。连接螺栓孔齐全，位置正确；
- 2 化妆板固定螺栓采用内侧螺母时，螺母应焊牢；
- 3 化妆板应横平竖直，接缝严密，整齐、美观；
- 4 压条及螺钉应完整，镀层应光洁；
- 5 化妆板安装后，运行中无异响；
- 6 化妆板内的隔声材料，应安装牢固、平整；
- 7 化妆板内照明线应内置，布置整齐、美观。

13.2 平台、梯子和盖板

13.2.1 汽轮机平台不应使用平铁板制作，花纹盖板应平整、无翘曲，每块盖板不宜超过 30 kg，并便于拆装。

13.2.2 花纹盖板的安装应符合下列规定：

- 1 花纹盖板上的吊孔，边缘应平齐、光洁，钢板接缝应平直、整齐；
- 2 花纹盖板与设备、管道间应预留热膨胀间隙；
- 3 花纹盖板的铺设应与沟壁或地面的混凝土抹面齐平，盖板外圈与混凝土抹面交界处的地面或沟壁，应设置金属边框，混凝土与边框齐平。

13.2.3 平台安装应符合下列规定：

- 1 设备平台不得任意装设固定的横梁和斜撑，应留有拆卸和

检修的空间；

2 平台与高温设备接触或接近部分，不应妨碍设备及管道的热膨胀；

3 平台不应固定在调节系统的任何部件或外壳上，不应影响任何移动或传动部件的动作和膨胀。

13.2.4 汽轮机周围运转平台、加热器平台等金属结构的安装，应符合表 13.2.4 的规定。

表 13.2.4 平台安装标准

项 目	允许偏差
柱子底座中心线相对于柱基中心线	5mm
柱子垂直中心线偏斜度	10mm
柱子弯曲度、轴线不垂直度	1mm /m
横梁、联梁标高	5mm
平台表面标高	5mm
组装好的钢结构立柱位置对角线差	1.5mm/m，且不大于 15mm

13.2.5 栏杆、扶手、梯子踏步不应有毛刺锐边，焊接应牢固，焊缝应打磨。栏杆、扶手的弯头应平滑。

13.2.6 栏杆的立柱应垂直、牢固，栏杆下部应安装不低于 100mm 的根部护板。距离基准面高度小于 2m 的防护栏杆高度应不低于 900mm，距离基准面高度 2m~20m 的防护栏杆高度应不低于 1 050mm。

附录 A 汽轮机台板砂浆垫块施工规定

A.0.1 铲毛混凝土基础表面，凿出混凝土基础表面应为稳固的混凝土，平面平均粗糙度为 10mm~20mm，并使基础表面到汽轮机台板下平面高度在 50mm~80mm。铲毛后去掉凿屑、灰尘，并将表面清理干净。根据制造厂垫块布置图，画出垫块位置。

A.0.2 台板就位，用调整螺钉和地脚螺栓按制造厂技术要求调整各台板的标高和水平，台板标高偏差不大于 0.10mm，台板水平偏差不大于 0.02mm/m，并紧固地脚螺栓。

A.0.3 根据台板和混凝土之间的间隙，制作模盒。模盒的进料口模板向外倾斜 45°，且模盒应固定牢固，四周用胶布缠紧。模盒与台板结合面应封严，防止漏浆，模板应支撑牢靠。对于不是横贯台板的轴承箱下的砂浆垫块的模盒，应设置溢流槽，以便填满灰浆排出空气。

A.0.4 浇灌前模板内部应吹扫干净，用水湿润 24h。开始浇注前应去掉混凝土基础表面的积水，并清理掉黏附在模具内侧和螺栓孔上的灰尘、油脂和其他物质，地脚螺栓孔应严密封堵。

A.0.5 灌浆料应符合制造厂技术要求。

A.0.6 搅拌规定：按照灌浆料说明书要求加入适量的纯净水并保持合适的水温，充分搅拌均匀且排除搅拌过程中产生的气泡后方可浇灌。

A.0.7 浇灌规定：采用两层浇注法，第一层应当连续地灌注，注入喷头应低于台板底表面 30mm~40mm，沿着斜坡喷灌时，期间用金属带使浇注的灰浆保持水平。在第一层灌注之后 20min~40min，应立即灌注第二层。第二层也应连续灌注，直到灰浆从出口或槽口溢出，并使其注入的灰浆溢出浇注口。在第二层灌注之

后 20min~40min, 应当用塑料板将灰浆垫块(边界处的灰浆)和非边界的灰浆隔离。注意在浇注过程中不得碰撞汽轮机台板。浇灌时应按规定做出混凝土试块, 并与混凝土垫块在同一条件下进行养护, 试块养护期满进行强度试验应符合制造厂要求。

A.0.8 养护: 在垫块最初养护的 3 天内, 温度应保持在 10℃~35℃。并对暴露在空气中的部分用湿布进行覆盖, 混凝土基础可用喷洒水的方式加以护养。3 天后可将拆除灌浆模具, 松开地脚螺栓, 吊走台板。立即用湿布将垫块包裹起来, 接着用刷子在垫块的每个侧面漆上两遍养护混合物, 并将从溢出口或槽口出口溢出的已固化的灰浆清除干净。完成上述步骤后, 用喷洒水的方式使垫块和混凝土基础保持湿润。

A.0.9 砂浆垫块合格标准: 表面平整、光滑、无裂纹, 气孔量按厂家要求或单块垫块表面气孔量不超过总面积的 10%, 且垫块表面的气泡最大直径不大于 10mm, 大于 5mm 直接气孔不得多于 5 个。

附录 B 汽缸密封涂料

B.0.1 汽缸密封涂料应符合下列规定：

- 1 汽缸密封涂料应符合制造厂技术要求；
- 2 汽缸密封涂料应耐高温高压，不伤缸面；
- 3 汽缸密封涂料宜为液态膏状，固化后坚韧密实抗蠕变；
- 4 汽缸密封涂料应在保质期内使用。

B.0.2 汽缸密封涂料使用时应符合下列规定：

- 1 汽缸缸面应清洁干净，不应留有油污、异物及灰尘；
- 2 汽缸密封涂料充分搅拌均匀后宜按厚度 0.5mm~0.7mm 涂在汽缸结合面；
- 3 螺栓孔及定位销孔周围及缸面内侧边缘部分不应涂抹汽缸密封涂料，以防进入汽缸内部；
- 4 汽缸螺栓紧固后，应将溢出的汽缸密封涂料清理干净；
- 5 环境温度低于-5℃时，应在使用前将汽缸密封涂料恢复要求黏度后再使用。

附录 C 常用密封材料品种及适用范围

表 C 常用密封材料品种及适用范围

垫 片		适 用 范 围		
种类	材料	压力 (MPa)	温度 (°C)	介质
纸垫	青壳纸		<120	油、水
橡胶垫片(《玻璃及玻璃聚酯纤维机织带规范》HG/T 20627)	天然橡胶	≤0.6	-50~90	水、海水、空气
	合成橡胶	≤1.0	-30~100	
工业橡胶板(《工业用橡胶板》GB/T 5574)		≤1.0	-20~100	水、空气
合成纤维橡胶垫片 (《管法兰用非金属平垫片 技术条件》GB/T 9129)	无机	<2.0	-40~290	空气、蒸汽、水、 惰性气体
	有机	<2.0	-40~200	
聚四氟乙烯垫	聚四氟乙烯板	≤4.0	-196~ 260	水、氢气、浓酸、 碱、溶剂、润滑油、 抗燃油
	聚四氟乙烯 包覆垫	≤4.0	0~150	水、酸碱、溶剂
柔性石墨复合垫	低碳钢	≤11.0	≤400	水、蒸汽
	0Cr18Ni9		≤650	
缠绕式垫片	柔性石墨	1.0~16.0	≤650	水、蒸汽、空气、 惰性气体
	聚四氟乙烯		≤200	水、酸、碱
金属平垫	铝	<4.0	≤200	水
	铜	4.0~16.0	≤300	润滑油
	低碳钢	4.0~25	≤400	水、蒸汽
	0Cr13, 1Cr13	6.4~42.0	≤540	水、蒸汽

续表 C

垫 片		适 用 范 围		
金属平垫	0Cr18Ni9	6.4~42.0	≤600	水、蒸汽
金属齿形垫	10 或 08、软铁	4.0~42.0	≤400	水、蒸汽
	0Cr13		≤540	
	304 或 316		≤650	
	0Cr19Ni9		≤600	
	00Cr17Ni14Mo2		≤450	
金属环垫	10 或 08、软铁	6.4~42.0	≤400	水、蒸汽
	0Cr13		≤540	
	304 或 316		≤650	
	0Cr19Ni9		≤600	
	00Cr17Ni14Mo2		≤450	

附录 D 常用油脂品种及适用范围

表 D 常用油脂品种及适用范围

名称	代号	黏度		闪点 (°C)	凝点 (≤°C)	适用范围
		(50°C) (mm ² /s)	恩氏 (°E)			
柴油 机油	HC-8	(100°C) 8~9	1.67~1.76	≥95	-20	高速柴油发动机 润滑
	HC-11	(100°C) 10.5~11.5	1.91~2.01	≥205	-15	
	HC-14	(100°C) 13.5~14.5	2.20~2.37	≥210	0	
压缩 机油	HS-14	(100°C) 11~14	1.96~2.26	≥215		低速中压压缩机 (4MPa 以下)
	HS-19	(100°C) 17~21	2.60~3.07	≥240		高压多级压缩机
汽轮 机油	TSA-32	(40°C) 32.5		200	-9	高速、大型汽轮机、 发电机及 3000r/min~ 6000r/min 转动机械 轴承
	TSA-46	(40°C) 45.2		210	-9	一般大型汽轮机、 发电机及 2000r/min~ 3000r/min 转动机械 轴承
	TSA-68	(40°C) 68.9		222	-9	
高速机 械油	HJ-5	4.0~5.1	1.29~1.40	110	-10	高速低负荷机械
	HJ-7	6.0~8.0	1.48~1.67	125	-10	高速低负荷机械

续表 D

名称	代号	黏度		闪点 (℃)	凝点 (≤℃)	适用范围
		(50℃) (mm ² /s)	恩氏 (°E)			
机械油	HJ-10	7.0~13.0	1.57~2.15	165	-15	各种机床、机械
	HJ-20	17~23	2.60~3.31	170	-15	各种机床、机械
	HJ-30	27~33	3.81~5.37	180	-10	低速电动机及转动机械
	HJ-40	37~43	5.11~5.89	190	-10	
	HJ-50	47~53	6.42~7.20	200	-10	高速大型电动机及转动机械
	HJ-70	67~73	9.06~9.88	210	0	
	HJ-90	87~93	11.8~12.6	220	0	一般大型汽轮机、发电机及2000r/min~3 000r/min 转动机械轴承
仪表油	HY-8	6.3~8.5	1.51~1.72	120	-60	各种仪表
精密仪表油	3 号	11~14	1.96~2.26	160	-65	精密仪表轴承和摩擦部件
	5 号	18~23	2.72~3.35	170	-70	各种机床、机械
	14 号	22.5~28.5	3.25~4.01	170	-70	低速电动机及转动机械
齿轮油	HL-20	(100℃) 2.7~3.2	1.17~1.21	170	-20	精密仪表轴承和摩擦部件
	HL-30	(100℃) 4.0~4.5	1.29~1.34	180	-5	齿轮变速装置用
双曲线齿轮油	HL ₅₇ -22	(100℃) 16.1~18.4	(100℃)		-20	双曲线齿轮润滑
			2.5~2.76			齿轮变速装置用
	HL ₅₇ -28	24.5~32.4	3.5~4.51		-5	低速电动机及转动机械

续表 D

名称	代号	黏度		闪点 (℃)	凝点 (≤℃)	适用范围
		(50℃) (mm ² /s)	恩氏 (°E)			
锭子油		12.0~14.0	2.05~2.26	163	-45	高速低摩擦机械、 液压传动用(油压千 斤)
抗燃油		(40℃) 41.4~50.6		≥240	-18	适用于汽轮机高 压调节油系统

注：1. 除抗燃油外摘自《石油产品标准汇编》。

2. 《电厂用磷酸酯抗燃油运行与维护导则》DL/T 571。

附录 E 用钢丝找中心垂弧计算公式

E.0.1 用钢丝找中心，测量时应对钢丝垂弧数值进行修正，钢丝垂弧计算（见图 E.0.1）公式如下：

$$f_x = \frac{m_p x}{2m_w} (2l - x)$$

$$f_m = \frac{m_p l^2}{2m_w}$$

式中： f_x ——垂弧（mm）；

f_m ——最大垂弧（mm）；

m_p ——钢丝单位长度的质量（g/m）；

m_w ——悬挂的质量（kg）；

x ——钢丝固定点到所求垂弧点的距离（m）；

$2l$ ——钢丝两固定点间的距离（m）。

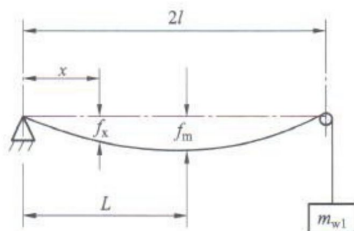


图 E.0.1 钢丝找中心垂弧计算示意

附录 F 油质等级标准

F.0.1 NAS1638 (National Aerospace Standard 1638—美国航空航天标准) 颗粒污染度分级标准, 见表 F.0.1。

表 F.0.1 NAS1638 颗粒污染度分级标准 (μm)

分级	颗 粒 尺 寸					
颗粒度 (100/mL)	5~15	15~25	25~50	50~100	100~250	≥ 250
00	125	22	4	1	0	0
0	250	44	8	2	0	0
1	500	59	16	5	1	0
2	1 000	178	32	6	1	0
3	2 000	356	63	11	2	0
4	4 000	712	126	22	4	0
5	8 000	1 435	253	45	8	0
6	16 000	2 350	506	90	16	0
7	32 000	5 700	1 012	180	32	0
8	64 000	11 400	2 025	360	64	0
9	128 000	22 800	4 050	720	128	0
10	256 000	45 600	8 100	1 440	256	0
11	512 000	91 200	16 200	2 880	512	0
12	1 024 000	182 400	32 400	5 760	1 024	0

F.0.2 SAE AS4059 F 颗粒污染度分级标准, 见表 F.0.2-1、表 F.0.2-2。

表 F.0.2-1 SAE AS4059F 颗粒污染度分级标准 (差分计数)

最大污染度极限 (颗粒数/100mL)						
尺寸范围 (ISO 4402 校准)		5 μm ~15 μm	15 μm ~25 μm	25 μm ~50 μm	50 μm ~100 μm	>100 μm
尺寸范围 (ISO 11171 校准)		6 μm ~14 μm	14 μm ~21 μm	21 μm ~38 μm	38 μm ~70 μm	>70 μm
等级	00	125	22	4	1	0
	0	250	44	8	2	0
	1	500	89	16	3	1
	2	1000	178	32	6	1
	3	2000	356	63	11	2
	4	4000	712	126	22	4
	5	8000	1425	253	45	8
	6	16 000	2850	506	90	16
	7	32 000	5700	1012	180	32
	8	64 000	11 400	2025	360	64
	9	128 000	22 800	4050	720	128
	10	256 000	45 600	8 100	1 440	256
	11	512 000	91 200	16 200	2880	512
	12	1 024 000	182 400	32 400	5760	1024

表 F.0.2-2 SAE AS4059F 颗粒污染度分级标准 (累积计数)

最大污染度极限（颗粒数/100mL）							
尺寸范围（ISO 4402 校准）		>1μm	>5μm	>15μm	>25μm	>50μm	>100μm
尺寸范围（ISO 11171 校准）		>4μm	>6μm	>14μm	>21μm	>38μm	>70μm
等级	000	195	76	14	3	1	0
	00	390	152	27	5	1	0
	0	780	304	54	10	2	0
	1	1 560	609	109	20	4	1
	2	3 120	1 217	217	39	7	1
	3	6 250	2 432	432	76	13	2
	4	12 500	4 864	864	152	26	4
	5	25 000	9 731	1 731	306	53	8
	6	50 000	19 462	3 462	612	106	16
	7	100 000	38 924	6 924	1 224	212	32
	8	200 000	77 849	13 849	2 449	424	64
	9	400 000	155 698	27 698	4 898	848	128
	10	800 000	311 396	55 396	9 796	1 696	256
	11	1 600 000	622 792	110 792	19 592	3 392	512
12	3 200 000	1 245 584	221 584	39 184	6 784	1 024	

标准用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1) 表示很严格,非这样做不可的:
正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。
- 2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:
正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。
- 3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:
正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。
- 4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184
 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
 《联合循环机组燃气轮机施工及质量验收规范》GB 50973
 《金属管 扩口试验方法》GB/T 242
 《金属材料 管 压扁试验方法》GB/T 246
 《固定式钢梯及平台安全要求》GB 4053
 《工业用橡胶板》GB/T 5574
 《电力用油（变压器油、汽轮机油）取样方法》GB/T 7597
 《管法兰用非金属平垫片 技术条件》GB/T 9129
 《铜及铜合金加工材残余应力检验方法 氨熏试验法》GB/T

10567.2

- 《涡轮机油》GB 11120
 《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》GB/T 12145
 《通用桥式起重机》GB/T 14405
 《玻璃及玻璃聚酯纤维机织带规范》GB/T 20627
 《电力建设安全工作规程 第1部分：火力发电》DL 5009.1
 《电力设备典型消防规程》DL 5027
 《电力建设施工技术规范 第1部分：土建结构工程》DL

5190.1

- 《电力建设施工技术规范 第5部分：管道及系统》DL 5190.5
 《发电厂油气管道设计规程》DL/T 5204
 《电力建设工程监理规范》DL/T 5434
 《汽轮发电机合金轴瓦超声波检测》DL/T 297

《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438

《火力发电厂高温紧固件技术导则》DL/T 439

《电厂用磷酸酯抗燃油运行与维护导则》DL/T 571

《电力基本建设火电设备维护保管规程》DL/T 855

《火力发电厂焊接技术规程》DL/T 869

《火电厂凝汽器管板焊接技术规程》DL/T 1097

《火力发电厂直接空冷系统排汽管道施工及质量验收规范》

DL/T 1670

《火力发电厂空冷岛钢结构安装及验收标准》DL/T 1671

《玻璃及玻璃聚酯纤维机织带规范》HG/T 20627

《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82

《起重机械安全技术监察规程—桥式起重机》TSG Q0002

《起重机械安装改造重大维修监督检验规则》TSG Q7016

中华人民共和国电力行业标准

电力建设施工技术规范
第3部分：汽轮发电机组

DL 5190.3 — 2019

代替 DL 5190.3 — 2012

条 文 说 明

目 次

3 基本规定	220
3.2 设备及系统安装	220
3.3 试运前条件	220
4 汽轮机本体	221
4.2 本体基础	221
4.3 台板与垫铁	221
4.4 汽缸、轴承座及滑销系统	221
4.5 轴承和油挡	222
4.6 整体组装的汽缸模块	222
4.7 汽轮机转子	223
4.8 通流部分设备安装	223
4.9 减速器和盘车装置	224
4.10 汽轮机扣大盖	224
5 汽轮机辅助设备	225
5.2 凝汽器	225
5.6 箱罐和除氧器	225
6 汽轮机附属机械	226
6.1 一般规定	226
6.2 一般离心泵	226
6.9 附属机械试运行	226
7 燃气轮机本体	227
7.4 本体安装	227
7.5 进气、排气系统安装	227
7.7 罩壳安装	227

8	燃气轮机附属系统	228
9	发电机和励磁装置	229
9.1	一般规定	229
9.2	轴承座及轴承	229
9.3	定子	229
9.4	转子	229
9.6	端盖封闭	230
9.9	冷却器	230
9.10	冷却系统	230
9.11	励磁装置	231
10	调节保安装置和油系统	232
10.1	一般规定	232
10.2	调节保安装置	232
10.3	汽门及其传动机构	233
10.5	控制油系统	233
10.6	润滑油系统	233
10.8	油系统冲洗	233
11	汽轮机本体范围的管道	234
11.2	阀门安装	234
11.3	管道安装	234

3 基本规定

3.2 设备及系统安装

3.2.7 燃气轮机滤芯属于燃机进气系统中的重要部件,保管期间防潮是为避免滤芯过滤效果变差。

3.2.8 证明文件是对原材料检验的结果,是质量、安全及环保依据。

3.2.14 安装施工时应注意做好相关的成品保护工作,不得随意改变建筑结构。

3.2.15 因设备厂家的设计意图和设计理念有差异,对设备安装前检查应首先以厂家的要求为依据,当厂家要求不明确时,可参照本规范的有关条款。

3.2.16 紧固件硬度检验时注意螺母材料强度宜低于螺栓一个等级。

3.3 试运前条件

本节是汽轮发电机组、燃气轮发电机组设备调整、试运行的基本规定。如制造厂有明确要求时,应按制造厂技术要求执行。

4 汽轮机本体

4.2 本体基础

4.2.2、4.2.3 沉降观测的周期应能反映出基础沉降的规律，各阶段的观测应根据工程进展情况按时进行。施工期间的沉降观测结果为汽轮发电机组安装工作提供决策依据。

4.2.5、4.2.6 大型弹性隔振基础用于汽轮发电机组，可有效地避免汽轮机发电机在地震、启动和停机时在共振频域产生过高的振幅而受到破坏。由于在汽轮机安装过程中弹簧的锁定情况及弹簧其高度直接影响到汽轮发电机组的中心及轴系扬度，所以要定期对其进行检查和测量，本条规定的是检查和测量的几个阶段。

4.3 台板与垫铁

4.3.4 每叠垫铁不宜超过 3 块，这 3 块中不包括埋置垫铁。斜垫铁按 2 块计算。对于带底框的设备或静止类设备，可适当放宽要求。

4.4 汽缸、轴承座及滑销系统

4.4.5 汽轮机施工时应应对汽缸水平面及其他精加工结合面做好保护措施。

4.4.7 部分机组的低压缸采用的是无台板支撑形式，即低压外缸通过刚性连接直接坐落于凝汽器上。由于低压缸体积庞大，所以宜分成前、后端板和左右侧板进行发货，现场进行焊接组装。

4.4.9 在机组运行时应保证汽缸、轴承座与台板之间膨胀顺畅，否则将会导致汽轮机组动静碰磨或振动异常等故障。

4.4.10 采用猫爪抬差法进行负荷分配时,方法如下:做前猫爪时应先紧固后猫爪螺栓,松开前猫爪螺栓,在左侧猫爪下加 0.50mm 垫片,用百分表测量右猫爪抬升值,然后再抽去左侧所加垫片,加在右侧猫爪下,测左侧猫爪抬升值,两侧抬升值之差应符合制造厂要求,宜规定小于 0.05mm。后猫爪的做法和规定同前侧。

4.5 轴承和油挡

4.5.1 轴瓦的检查要求在《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438 和《汽轮发电机合金轴瓦超声波检测》DL/T 297 中进行了明确规定,因此对原规范中规定的检查方法和质量要求进行了修订。

4.5.5 顶轴油囊的深度和面积应符合制造厂要求,否则在机组启动和停机过程中大轴可能顶不到设计高度,会导致盘车无法盘动大轴。

4.5.6 可倾瓦通常由 3 块~6 块能在支点上自由倾斜的弧形巴氏合金瓦块组成,瓦块在工作时可以随转速、载荷及轴承温度的不同而自由摆动,在轴径四周形成多个油楔,具有较高的稳定性。因此可倾瓦轴承具有抗振动能力强的特点,特别是对解决高中压转子振动问题效果显著,目前已广泛应用于国外大型汽轮发电机组之中。本条对目前应用较为广泛的四瓦块可倾瓦和六瓦块可倾瓦的施工提出了技术规定,对于应用较少的三瓦块可倾瓦和五瓦块可倾瓦的施工规定可参照执行。

4.5.8

1 经调研汽轮机厂家对推力瓦的间隙均作出了要求,因此删除了厂家无要求时的规定。

6 金斯伯里英文名称为 kingsbury。半环形推力瓦又称为双楔面、小岛型球座式推力轴承。

4.6 整体组装的汽缸模块

本节是对整体组装供货汽轮机的安装技术规定,如制造厂有

明确要求时，应按制造厂技术要求执行。

4.6.1 整体供货的汽缸包括高、中压缸整体供货和高压缸与中压缸分缸，各自整体供货两种情况。现场安装时不需要进行解体，只需对其动静部件进行找正和最小间隙检查。

4.7 汽轮机转子

4.7.1

10 转子的金属检验明确为硬度检查，与《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438 的规定相符。

4.7.2 根据工程项目实践经验和国内汽轮机制造厂的装配精度要求，将联轴器外圆晃度值由原规范规定的不大于 0.03mm 修改为不大于 0.02mm。

4.7.8 对于采用落地式轴承座的机组，凝汽器与汽缸连接完毕后可不对联轴器中心进行复查。

4.8 通流部分设备安装

4.8.2

5 经调研汽轮机厂家对定位隔板、隔板套的销键和相对应槽孔的配合间隙均作出了要求，因此修订为符合制造厂技术要求。

4.8.8 全部汽封间隙包括转子端部汽封、隔板汽封及静叶复环的阻汽片等的径向和轴向间隙。

4.8.10 可调式汽封又称为布莱登 (Brandon) 汽封，这种汽封在汽轮机启动、停机时，汽封间隙能保持在最大的状态，因而保证了机组安全启停并通过临界转速。而当机组负荷升高及正常运行时，汽封间隙能达到较小状态减少漏汽量，从而提高了机组运行的热效率。

4.8.11

1 转子定位位置通常测取汽缸外部上汽封端面与转子精密加工面的距离尺寸作为汽缸轴向定位的依据，转子精密加工面包括

括轴颈的轴肩、联轴器平面、低压转子末级叶片端面等。

4.9 减速器和盘车装置

4.9.9 自同步离合器（SSS 离合器）在汽轮发电机组中的应用逐渐广泛，可实现将高压汽轮机和低压汽轮机进行连接和断开。本条规定了 SSS 离合器的安装基本规定，如制造厂有要求时按制造厂技术要求执行。

4.10 汽轮机扣大盖

4.10.2 缸内部零部件全部装齐后进行试扣盖是为了对汽缸内零部件的配合情况做全面检查，保证正式扣大盖工作的顺利进行。

4.10.3 根据《火电工程汽轮机扣盖前质量监督检查典型大纲》（第六部分 汽轮机扣盖前监督检查），对汽轮机扣盖前应该完成的工作和具备的安装记录提出了规定。

15~17 为消除连接主蒸汽、再热蒸汽等大口径管道对汽缸变形和隔板中心偏移的影响，应先进行汽门安装和主要管道连接工作。

4.10.10 蒸汽进汽管属于关键部位，遗留在进汽管的杂物在机组启动后直接进入汽轮机喷嘴，汽轮机高速旋转时杂物将会严重损坏汽轮机通流部件酿成事故。

4.10.11 连通管的焊口检查应用无损检测方法较渗油试验提高了质量要求，更利于工程实践应用。

5 汽轮机辅助设备

5.2 凝 汽 器

5.2.2 管板定位时应核实冷却管长度，确保长度够用。壳体表面全长度上的弯曲不应大于 10mm~20mm，对于该值大机组取大值。

5.2.8 在水室内工作要用风机通风，防止发生施工人员中毒及缺氧事故。切下的钛屑应及时清理，防止钛材着火导致的火灾事故。

5.6 箱 罐 和 除 氧 器

5.6.4 箱灌内部清洁及表面涂层是安全运行的保障。

5.6.9 本条增加了目前已普遍使用的内置式除氧器安装的有关内容。

6 汽轮机附属机械

6.1 一般规定

6.1.14 滑动轴承包括支持轴承和推力轴承。

6.2 一般离心泵

6.2.1 如制造厂未明确必须解体时，可根据各工程特点确定必要的检查项目。

6.2.4 滤网孔径为 0.10mm，相当于 150 目或 60 号。

6.9 附属机械试运行

6.9.4 汽动、电动给水泵是火电厂非常重要且贵重的附属机械，关系到设备及其系统安全的保护装置应在试运中投入，这样才能保护其在试运过程中不受到损坏。

6.9.6 各项保护装置包括润滑油压低、工作油温超限报警、最小流量自动再循环阀启闭、主油泵入口滤网压差超限报警、滤油器滤网压差超限报警及自动再循环阀最小流量拒动延迟时跳闸或报警等保护。

7 燃气轮机本体

7.4 本体安装

7.4.1 进气室下半部分等燃气轮机本体就位后安装空间受限的设备部件应提前安装。

7.4.2 燃气轮机本体为整体供货，内含动静部件，吊装过程中保持水平为避免部件损坏。

7.4.6、7.4.7 对负荷分配的要求各燃机制造厂要求不一，执行过程中应首先符合制造厂技术要求。

7.5 进气、排气系统安装

7.5.4 进气系统直接与燃气压气机相连，清洁度是安装过程质量控制的关键点，如有异物会直接进入燃机本体内。

7.5.5 排气系统安装可在预组合之后进行安装。

7.7 罩壳安装

7.7.2 本条为强制性条文。燃气轮机如发生火灾会直接影响人身和设备安全，燃机罩壳密封性及灭火系统喷放试验是预防火灾的重要工序。

8 燃气轮机附属系统

8.1.1~8.1.3 燃机附属系统主要包括燃气系统的增压站模块、调压站模块、天然气前置模块、天然气控制模块；燃油系统的燃油前置模块、燃油处理模块、燃油控制模块、储油罐、燃油输送泵；燃气轮机抑钒剂模块；燃气轮机雾化空气泵；燃气轮机辅助模块安装；燃气轮机润滑油模块；燃气轮机调节保安油模块；燃气轮机水洗模块、燃气轮机灭火保护模块；燃气轮机空气处理模块；燃气轮机注水模块；燃机通风、密封冷却系统等设备及管道。

8.1.10

4 本款为强制性条文。易燃易爆的气体管道介质输送过程中如发生静电可能造成燃烧和爆炸，直接影响人身和设备安全。

9 发电机和励磁装置

9.1 一般规定

9.1.2 本条对大型发电机定子出厂运输前明确发电机定子装车方向进行了着重说明，目的是为了提醒相关责任单位要重视此项工作，防止车辆运输至就位现场由于相关责任单位自身考虑不周或车辆性能、场地环境等条件限制造成现场此项工作延迟进行。

9.1.6 80号滤网，即 80×80 孔/ cm^2 ，也就是200目。

9.2 轴承座及轴承

9.2.2 其目的是为防止尘土和油垢破坏绝缘，在绝缘不合格时便于测量和查找原因。

9.3 定 子

9.3.1 确保设备在施工过程中内部清洁，设备不受任何损伤。

9.3.3 本条对氢冷发电机定子安装前除了常规检查外还需进行的特殊检查做出了说明。

9.3.4 本条对双水内冷发电机定子安装前除了常规检查外还需进行的特殊检查做出了说明。

9.3.7 对于采用辅助起吊设备进行吊装作业，除了对起吊设施进行外观检查外，强度校核和性能试验至关重要，准确、可靠的核算数据是安全完成吊装作业的前提保证。

9.4 转 子

9.4.1 本条规定了发电机转子安装前需要进行的相关检查。

9.4.8 本条重点强调使用自制工具进行发电机转子穿装工作除了必要的计算、强度校核外,在实施作业前应得到认可方可执行。

9.4.9 发电机转子的捆绑方式应特别注意,防止吊索滑动后转子发生倾覆事故。

9.6 端 盖 封 闭

9.6.2 保证在最大热膨胀情况下,发电机能够安全运行。

9.6.5 端盖封闭是发电定子安装的最终工序,除了配合间隙等安装数据检查外,还应对内部清洁、设备外观进行检查。

9.9 冷 却 器

9.9.1 对发电机冷却器压力试验的规定,各制造厂不尽相同,因此本条只对其中不会引起歧义的参数进行了重点说明(如压力试验时间),而对其他有可能引起歧义的相应参数视现场具体情况自行选择。

9.10 冷 却 系 统

9.10.2

5 本款为强制性条文。氢气属于易燃易爆气体,在空气中的体积分数为4%~75%时,遇到火源可引发爆炸,直接影响人身和设备安全,发电机氢气排放时必须排至安全空旷的地方。

9.10.3 发电机及其气体系统严密性试验直接影响机组安全、稳定运行,必须严格控制。

9.10.4

10 本款为强制性条文。因氢气属于易燃易爆气体,遇火会发生爆炸,因此做氢气试验时应杜绝明火作业。

9.10.5 本条对双水内冷和水氢氢冷发电机外部冷却水管道设备、管道、法兰和阀门等材质进行了规定。

9.10.7 双水内冷或水氢氢冷发电机的冷却水质合格与否,直接影

响发电机电流的输出及设备人身的安全。系统冲洗水质指标标准,应符合《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》GB/T 12145、《电力基本建设热力设备化学监督导则》DL/T 889 和《大型发电机内冷却水质及系统技术规定》DL/T 801 的有关规定综合考虑。

9.11 励磁装置

9.11.2 本条对励磁装置吊装前应做的相关检查进行了明确规定。

9.11.3 当轴头晃度超标时,可适当增减联轴器螺栓的旋紧力矩值进行调整,但力矩增减值不得超过制造厂要求。如晃度仍不能达到规定时,应对联轴器结合面进行检测和处理。

10 调节保安装置和油系统

10.1 一般规定

10.1.4 现场布置的油系统管道安装时应考虑防止运行时系统积存空气。

10.1.5

3 本款为强制性条文。汽轮机润滑油属于易燃物品，其用量较大，事故放油门是降低火灾事故蔓延和扩大的安全防范重要设施，本款规定是事故状态下有利于采取应急措施，防止事故扩大

10.1.6 油系统中的杂物，会给机组带来严重损害，是安全运行的隐患。

10.2 调节保安装置

10.2.1、10.2.2 数字式电液调节（DEH）系统在电站汽轮机调节系统中已普遍采用，DEH 系统将电信号、液压、机械整合为一体，提供快速、准确、智能化的控制。

10.2.3 薄膜阀（隔膜阀）适用于哈尔滨汽轮机厂、上海汽轮机厂的大型机组，东方汽轮机机组采用带电磁阀的遮断隔离阀，部分机组采用新型的不锈钢隔离阀，不存在隔膜的疲劳寿命问题，隔离阀安装应按照 10.2.10 的规定执行。

10.2.4 空气引导阀适用于哈尔滨汽轮机厂、上海汽轮机厂的大型机组，东方汽轮机机组采用电磁阀组实现遮断时抽气止回阀的快速关闭，电磁阀组的安装应按照第 10.2.5 的规定执行。

10.2.13 轴向位移及差胀，是机组安全运行检测的重要指标，测量元件的位置应正确、可靠，才能保证动静设备的安全。

10.2.15 强化安全防护,防止误操作,保障设备可靠运行。

10.3 汽门及其传动机构

10.3.2 油动机活塞的富余行程是为了保证调速汽门在热态下能关闭严密。

10.5 控制油系统

10.5.1 目前国内汽轮机组的高压控制油系统,宜采取高压抗燃油(EH油)作为运行介质,少量机组使用汽轮机油作为介质。但是不论采取何种介质,由于控制油管道的工作压力都普遍较高,故控制油系统管道的施工技术规定是相同的。

10.6 润滑油系统

10.6.5 本条为强制性条文。事故排油管道及事故排油池是降低火灾事故蔓延和扩大的安全防范设施,事故排油管道必须确保畅通。

10.6.7 排烟机出口管排放位置应避开有火源和高压电气设备的地方,不直接影响附近的环境卫生。

10.8 油系统冲洗

10.8.6 当机组的冲洗用油与运行用油不是同一油品,在油循环合格后应按制造厂要求进行更换,如冲洗用油与运行用油为同一油品,施工单位可根据合同条款或双方协商取得一致后决定更换新的合格油或直接采用冲洗油作为运行油。

10.8.10 采用低压抗燃油的电液调节系统不在本部分的范围内,不再体现。

10.8.11 油系统循环冲洗的颗粒度规定统一为NAS1638(美国航空航天标准)油质标准,如实际使用其他污染等级标准进行分级时,可按附录F的等量关系进行对照。

11 汽轮机本体范围的管道

11.2 阀门安装

11.2.2 高温阀门材质不符合和紧固件力矩不够是造成运行中泄漏的主要原因之一，因此本节增加一条对高温阀门紧固件材质和拧紧力矩检查的内容。

11.3 管道安装

11.3.2 防止缸体局部过热、应力变化产生裂纹等损伤设备的行为。

11.3.6 本体范围内的疏水管道布置应考虑防止其他系统蒸汽、冷气、水被倒吸或窜入汽缸内。





