

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

Technical specification for thermal power erection and construction

Part 3: steam turbine generator unit

DL 5190.3 — 2012

代替 DL 5011 — 1992

主编机构：中国电力企业联合会

批准部门：国家能源局

发布日期：2012年1月4日

中国电力出版社

2012 北京

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

Technical specification for thermal power erection and construction

Part 3: steam turbine generator unit

DL 5190.3 — 2012

代替 DL 5011 — 1992

*

中国电力出版社出版、发行

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

北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2012年3月第一版 2013年1月北京第二次印刷
850毫米×1168毫米 32开本 8.625印张 219千字
印数 3001—7000册

*

统一书号 155123·849 定价 **70.00**元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

本部分是根据《国家能源局关于下达 2009 年第一批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2009〕163 号）文的要求，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 DL 5011—1992《电力建设施工及验收技术规范 汽轮发电机组篇》的基础上修订的。

DL 5190《电力建设施工技术规范》共 9 个部分：

- 第 1 部分：土建工程
- 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：水处理及制氢设备和系统
- 第 7 部分：焊接工程
- 第 8 部分：加工配制
- 第 9 部分：水工结构

本部分是 DL 5190 第 3 部分：汽轮发电机组。

本部分主要内容包括：总则，术语，基本规定，汽轮机本体，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，辅助设备，附属机械，桥式起重机、本体保温、化妆板，汽轮发电机组的调整、启动、试运行，附录，标准用词说明，引用标准名录，条文说明等。

与 DL 5011—1992 相比，本部分主要技术变化如下：

- 明确了强制性条文；
- 将适用范围调整为“火力发电厂汽轮发电机组、燃气—蒸汽联合循环汽轮发电机组、核电站汽轮发电机组”，不再界定机

组的容量和参数。

增加了如下内容：

- 汽轮机埋置垫铁和混凝土垫块安装的相关规定；
- 大型弹性隔振基础安装的相关规定；
- 大型无台板支撑低压外缸焊接组合、高压缸和中压缸整体供货机组及液压盘车装置等 1000MW 级机组安装的规定；
- “四瓦块可倾瓦”和“六瓦块可倾瓦”径向轴承安装工艺要求；

——“金斯伯里 (kingsbury) 推力轴承”和“半环形推力轴承”安装工艺要求；

——汽轮机可调式汽封安装工艺要求；

——高强度无收缩灌浆料的灌浆工艺及养护要求；

——电液调节和高压抗燃油管道安装规定；

——凝汽器不锈钢冷却管的安装工艺要求；

——空冷装置安装的工艺要求；

——空冷风机的安装工艺要求；

——空冷机组真空系统严密性试验和空冷系统的冲洗规定；

删除了如下内容：

——原规范中如石棉垫片、氟利昂气体等国家明令禁止使用材料的相关规定；

——原规范中汽轮机仪表等内容。

本部分中的第 3.3.5 条第 2 款和第 3 款、第 4.1.5 条、第 4.1.6 条、第 4.9.3 条、第 5.1.11 条、第 5.3.7 条第 4 款、第 5.5.8 条第 1 款、第 5.6.9 条第 10 款、第 5.8.5 条第 1 款、第 6.1.5 条、第 6.1.6 条、第 6.2.15 条、第 6.7.5 条、第 7.3.2 条、第 7.3.6 条、第 8.2.9 条第 1 款第 10 款、第 11.3.1 条第 9 款、第 11.9.3 条第 9 款、第 11.10.6 条第 1 款、第 11.10.8 条第 1 款第 2 款以黑体字标识，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归口。

本部分主编单位：江苏省电力建设第三工程公司。

本部分参编单位：天津电力建设公司、河北省电力建设第一工程公司、安徽电力建设第二工程公司、河南第一火电建设公司、北京电力建设公司。

本部分主要起草人：赵祝人、徐云泉、余晓明、郝庆丰、张青年、梁浩、谢永辉、张雪峰、王志勇。

本部分主要审查人：范幼林、崔育奎、闫子政、魏敏、周亮、鲁焕浩、杨顺虎、于海淼、王佐、钱平、吕延福、陆新淮、王家永、韩成伟、王艳云、时瑛、刘春晓、沈春、华泽民、凌和金、马小震、王函弘、陈展红、丁联合、李宁。

本部分自实施之日起代替 DL 5011—1992《电力建设施工及验收技术规范 汽轮发电机组篇》。

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（地址：北京市白广路二条一号，邮政编码：100761）。

目 次

前言	I
1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	5
3.1 设备开箱检验及保管	5
3.2 土建工程	7
3.3 设备及系统安装	8
4 汽轮机本体	12
4.1 一般规定	12
4.2 本体基础	13
4.3 台板与垫铁	15
4.4 汽缸、轴承座及滑销系统	18
4.5 轴承和油挡	24
4.6 汽轮机转子	33
4.7 通流部分设备安装	38
4.8 盘车装置和减速器	44
4.9 汽轮机扣大盖	47
4.10 基础二次灌浆及养护	51
4.11 质量验收应提交的项目文件	53
5 发电机和励磁装置	56
5.1 一般规定	56
5.2 轴承座及轴承	60
5.3 定子	61
5.4 发电机转子	65
5.5 调整定子位置和封闭端盖	68

5.6	氢冷和水氢氢冷发电机的轴密封装置及气体冷却系统	70
5.7	进出水支座和冷却器	74
5.8	冷却水系统	78
5.9	励磁装置	80
5.10	质量验收应提交的项目文件	81
6	调节保安装置和油系统	83
6.1	一般规定	83
6.2	电液调节保安装置	86
6.3	液压调节保安装置	89
6.4	汽门及其传动机构	94
6.5	离心式主油泵	99
6.6	调节油系统	101
6.7	润滑油系统	103
6.8	氢冷发电机的密封油系统	108
6.9	质量验收应提交的项目文件	110
7	汽轮机本体范围的管道	112
7.1	一般规定	112
7.2	阀门及特殊部件	112
7.3	管道安装	113
7.4	质量验收应提交的项目文件	116
8	辅助设备	117
8.1	一般规定	117
8.2	凝汽器	118
8.3	空冷装置	125
8.4	抽气设备	131
8.5	热交换器	133
8.6	箱罐和除氧器	135
8.7	减温减压装置	137
8.8	质量验收应提交的项目文件	137

DL 5190.3 — 2012

9 附属机械	140
9.1 一般规定	140
9.2 附属机械安装	140
9.3 一般离心泵	147
9.4 给水泵及其配套装置	152
9.5 立式泵	156
9.6 深井泵	168
9.7 空冷风机和水塔风机	170
9.8 旋转滤网	172
9.9 质量验收应提交的项目文件	173
10 桥式起重机、本体保温、化妆板	175
10.1 桥式起重机	175
10.2 汽轮机组设备的保温和涂漆	183
10.3 汽轮机化妆板、平台、梯子和盖板	184
10.4 质量验收应提交的项目文件	186
11 汽轮发电机组的调整、启动、试运行	187
11.1 一般规定	187
11.2 附属机械分部试运行	190
11.3 汽水管道的吹扫和冲洗	195
11.4 汽轮机真空系统严密性检查	196
11.5 汽轮机辅助设备试运行	198
11.6 油循环和油系统试运	200
11.7 整套启动试运行一般规定	204
11.8 汽轮机启动前调节系统和自动保护装置的调整和试验	205
11.9 汽轮发电机组启动及空负荷试运行	209
11.10 发电机投氢及氢系统运行	215
11.11 双水内冷发电机和水氢氢冷发电机的试运行	217
11.12 空冷岛热态冲洗	218
11.13 汽轮发电机组带负荷试运行	219

11.14 质量验收应提交的项目文件	222
附录 A 汽轮机台板砂浆垫块施工规定	223
附录 B 汽缸涂料配比	224
附录 C 常用密封材料品种及适用范围	225
附录 D 常用油脂品种及适用范围	227
附录 E 汽轮机螺栓常用材料物理性能	230
附录 F 用钢丝找中心垂弧计算公式	231
附录 G 发电机氢系统严密性试验标准	232
附录 H 机组振动标准	235
附录 J 油质等级标准	236
标准用词说明	239
引用标准名录	240
条文说明	243

Contents

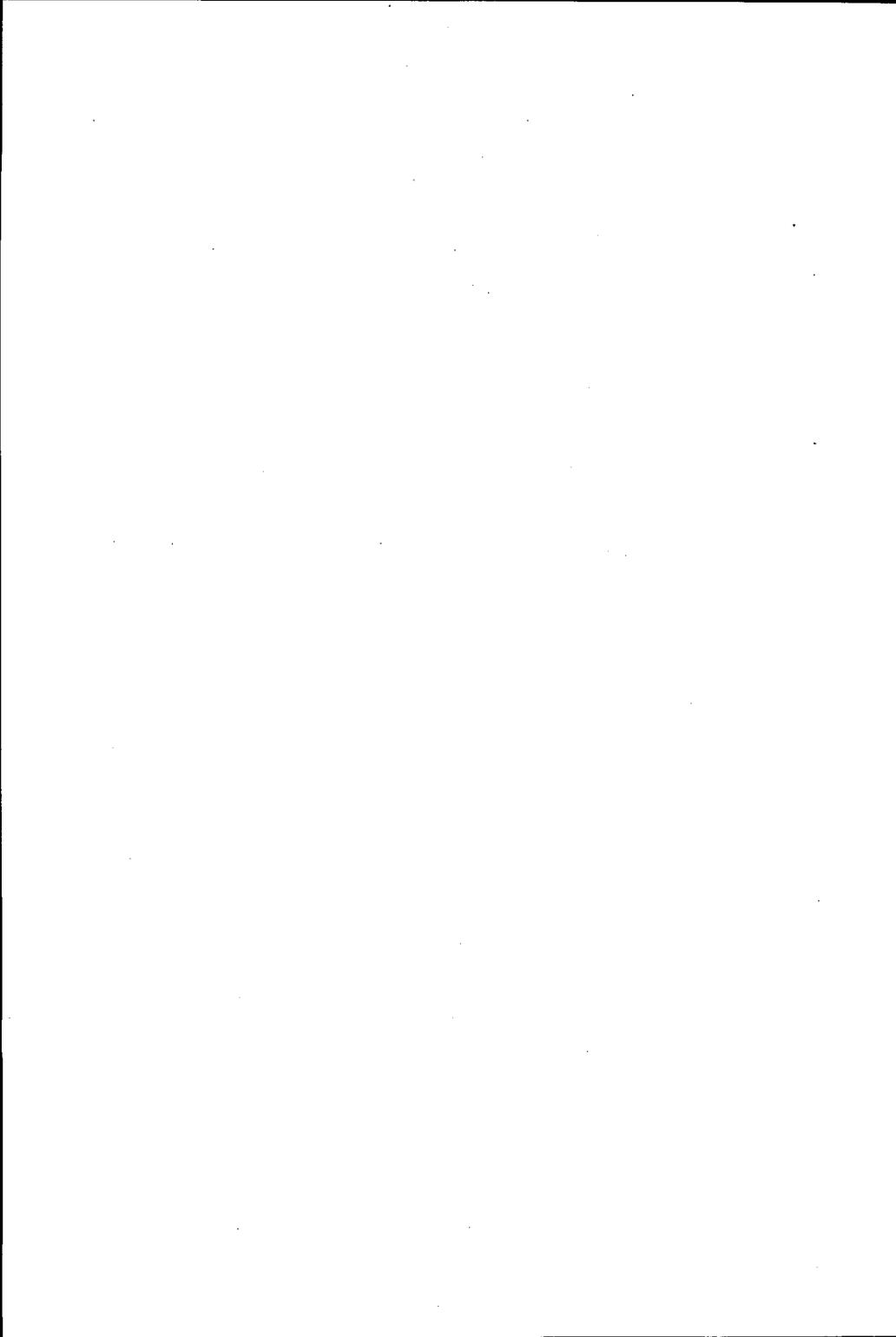
Foreword	I
1 General provisions	1
2 Terms	2
3 Basic requirement	5
3.1 Equipment unpacking and storage	5
3.2 Civil works	7
3.3 Equipment and system erection	8
4 Steam turbine	12
4.1 General requirement	12
4.2 Requirements for foundation	13
4.3 Soleplate and shims	15
4.4 Casing, bearing pedestals and sliding key system	18
4.5 Bearing and oil baffle	24
4.6 Steam turbine rotor	33
4.7 Installation of equipment in flow passage	38
4.8 Turning gear and speed reducer	44
4.9 Covering of steam turbine	47
4.10 Secondary grouting and curing	51
4.11 Project documents to be provided before quality acceptance	53
5 Generator and excitation device	56
5.1 General requirement	56
5.2 Bearing seat and bearing	60
5.3 Stator	61
5.4 Generator rotor	65
5.5 Stator position adjustment and cover closing	68
VIII	

5.6	Shaft sealing and gas cooling system of hydrogen-cooled and water-hydrogen-hydrogen-cooled generator	70
5.7	Water inlet/outlet pedestals and cooler	74
5.8	Cooling water system	78
5.9	Excitation device	80
5.10	Project documents to be provided before quality acceptance	81
6	Control-protecting device and oil system	83
6.1	General requirement	83
6.2	Electro-hydraulic control and protecting device	86
6.3	Hydraulic control and protecting device	89
6.4	Steam valve and its driving a device	94
6.5	Centrifugal main oil pump	99
6.6	Control oil system	101
6.7	Lubricating oil system	103
6.8	Sealing oil system of hydrogen-cooled generator	108
6.9	Project documents to be provided before quality acceptance	110
7	Piping of steam turbine	112
7.1	General requirement	112
7.2	Valves and special parts	112
7.3	Installation of piping	113
7.4	Project documents to be provided before quality acceptance	116
8	Auxiliary equipments	117
8.1	General requirement	117
8.2	Condenser	118
8.3	Air cooling device	125
8.4	Extraction equipments	131
8.5	Heat exchanger	133
8.6	Tanks and deaerator	135
8.7	Attemperator and pressure reducing device	137

DL 5190.3 — 2012

8.8	Project documents to be provided before quality acceptance	137
9	Accessory machinery	140
9.1	General requirement	140
9.2	Installation of accessory machinery	140
9.3	Common centrifugal pumps	147
9.4	Feed water pump units and their associated devices	152
9.5	Vertical pumps	156
9.6	Deep well pumps	168
9.7	Air cooling and water cooling fans	170
9.8	Rotating filter	172
9.9	Project documents to be provided before quality acceptance	173
10	Bridge crane, casing in insulation and enclosure	175
10.1	Bridge crane	175
10.2	Insulation and painting of steam turbine equipments	183
10.3	Enclosure, platform ladder and cover of steam turbine	184
10.4	Project documents to be provided before quality acceptance	186
11	Regulation, start-up and trial run of turbogenerators	187
11.1	General requirement	187
11.2	Trial run of accessory machinery	190
11.3	Purging and flushing of steam-water pipelines	195
11.4	Leakage check of steam turbine vacuum system	196
11.5	Trial run of steam turbine auxiliary equipment	198
11.6	Trial run of oil system and oil flushing	200
11.7	General provisions for entire system start-up and trial run	204
11.8	Adjustment and testing of the control system and automatic protective devices prior to start-up of steam turbine	205
11.9	Start-up and no-load trial run of turbogenerators	209

11.10	Hydrogen filling of generator and operation of hydrogen system.....	215
11.11	Trial run of double water-internally cooled generator and water-hydrogen-hydrogen -cooled generator.....	217
11.12	Hot flushing of air cooling system.....	218
11.13	Trial run of turbo-generator with load.....	219
11.14	Project documents to be provided before quality acceptance.....	222
Appendix A	Requirements for construction of mortar and pads for S/T soleplate.....	223
Appendix B	Mix proportion for cylinder coating.....	224
Appendix C	Common sealing material types and scope of application.....	225
Appendix D	Common grease types and scope of application.....	227
Appendix E	Physical performance of common S/T bolting materials.....	230
Appendix F	Sag calculation formula for centering with steel wire.....	231
Appendix G	Standard for Leakage test of generator hydrogen system.....	232
Appendix H	Unit vibration criterion.....	235
Appendix J	Oil quality rating criterion.....	236
	Explanation of wording in this code.....	239
	Normative standard.....	240
	Addition: Explanation of provisions.....	243



1 总 则

1.0.1 为了加强汽轮发电机组工程施工技术管理，进一步提高工程质量，修订 DL 5011—1992《电力建设施工及验收技术规范》部分。

1.0.2 本部分适用于火力发电厂汽轮发电机组、燃气—蒸汽联合循环汽轮发电机组、核电站汽轮发电机组本体、辅助设备及附属机械的施工。

1.0.3 汽轮发电机组的施工应依据经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。发电厂土建工程除满足本规范《电力建设施工技术规范 第1部分：土建工程》的规定外，特殊要求按本部分相关规定执行。

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的要求执行，如合同协议及制造厂无明确要求或要求不全面时，按本部分规定执行。

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

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 倾斜度 tilt/ (坡度) tilt (gradient)

直线或平面与基准线或基准面相交的倾斜程度。其数值为给定的基准面或线长度内该面或线与基准面或线的最小距离与给定长度的比值。

2.0.5 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。

2.0.6 不平行度 non-parallelism

两个相互平行的线或面间的不平行的程度。其数值为该二要素间最大与最小垂直距离之差。

2.0.7 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, 单位 Δ/m 。

2.0.8 径向晃度 radial run out

径向晃度表示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。

2.0.9 端面瓢偏 ending run out

端面瓢偏表示该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。

2.0.10 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。

2.0.11 高速水泵 high-speed pumps

额定转速高于 1500r/min 的水泵。

2.0.12 可调式汽封 adjustable steam seal

可调式汽封是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。

2.0.13 空冷凝汽器 air-cooled condenser (ACC)

空冷凝汽器简称为 ACC, 指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。

2.0.14 相对振动 relative vibration

相对振动是指转轴和相应结构 (例如轴承座或机壳) 之间的径向位移量的测量值, 如无特别说明, 本部分中的“轴振动”均指相对振动。

2.0.15 绝对振动 absolute vibration

绝对振动是指转轴相对于某一惯性参考系的位移量的测量值。

2.0.16 辅机故障减负荷试验 run back test

当发生部分主要辅机故障停运，机组最大出力低于给定负荷时，测试控制系统将机组负荷快速降低到实际所能达到的出力，并控制机组在允许参数范围内继续运行能力的过程，称为辅机故障减负荷试验。

3 基本规定

3.1 设备开箱检验及保管

3.1.1 设备到达现场后，应由建设、制造、监理、施工、设备保管等相关单位共同开箱查验设备的规格、数量和外观完好情况，作出记录并经各方签证。对有缺陷的设备和部套应按合同约定进行处理。

3.1.2 设备开箱时应检查下列技术文件：

- 1 设备供货清单及设备装箱单；
- 2 设备的安装、运行、维护说明书和相关技术文件；
- 3 设备出厂质量证明文件、检验试验记录及缺陷处理记录；
- 4 设备装配图和部件结构图；
- 5 主要零部件材料的材质性能证明文件。

3.1.3 设备装卸和搬运，除应执行 DL 5009.1《电力建设安全工作规程》的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 起吊时应按箱上指定的吊装标识部位绑扎吊索，吊索与起吊物棱角接触受力处应加衬垫物；
- 2 应核查设备或箱件的重心位置，防止设备上的活动部分移位和设备内部积存的液体流动引起重心偏移和倾倒；
- 3 对刚度较差的设备，应采取措施防止变形；
- 4 应核实设备搬运途中经过的路面、桥梁等的运载能力，必要时采取相应的措施，防止发生意外；
- 5 碳钢吊具、吊索不得直接与不锈钢材质的设备接触；
- 6 奥氏体不锈钢和镍基合金材料不得直接与铁素体、铅、锌、汞和其他低熔点元素、合金或卤化物材料接触。

3.1.4 设备开箱检查应符合下列规定：

1 在开箱检查时，应防止损伤和损坏设备及零部件。对装有精密设备的箱体，应注意对加工面妥善保护。

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 需要添加高压顶轴油或密封润滑剂等特殊要求的转动设备，开箱检查时不得盘动。

4 设备开箱检查后暂不安装时应重新封闭；露天放置的箱体，应采取有效的防护措施。

5 装箱设备的配件及专用工具应成套保管。

3.1.5 设备管理人员应熟悉设备保管规程和汽轮发电机组设备的特殊保管要求，及时检查存放情况，保持设备完好。

3.1.6 设备安装前的保管应符合 DL/T 855《电力基本建设火电设备维护保管规程》的规定。核电站常规岛及 BOP 物项的保管应符合 EJ/T 564《核电厂物项包装、运输、装卸、接收、贮存和维护要求》的规定分级保管。

3.1.7 设备和器材应分区、分类存放，标识清晰，并应符合下列要求：

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有效的照明。

2 大件设备的存放位置应根据施工顺序和运输条件，按照施工组织设计的规定合理布置，以减少二次搬运。

3 设备应支垫稳固、可靠，存放场地排水应畅通，并应有防撞、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，应采取特殊措施，防止设备锈蚀。

6 仪器、仪表及精密部件应存放在货架上或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，应定期检查氮气压力及设备密封情况。当压力低于 3.5kPa 时，应及时补充氮气。

9 涉及电气、热控及有特殊要求的设备应采取防止小动物进入的措施。

3.1.8 设备在安装前，如发现损坏或质量缺陷，应及时通知有关单位共同检查确认，并进行处理。

3.1.9 设备中的零部件和紧固件安装前应按 DL/T 438《火力发电厂金属技术监督规程》和 DL/T 439《火力发电厂高温紧固件技术导则》规定的范围和比例进行光谱、无损探伤、金相、硬度等检验，并与制造厂图纸和相关标准相符。

3.1.10 随设备提供的材料应有质量证明文件，在核查中对材料质量有质疑时，应进行复检。

3.1.11 外委加工和现场加工配制的成品或半成品，应按本部分的有关规定进行检验，合格后方可使用。

3.1.12 安装就位的设备应加强成品保护，防止设备在安装期间损伤、锈蚀、冻裂；经过试运行的主要设备，应根据制造厂对设备的有关要求，制定维护保养措施，经监理审定后，妥善保管。

3.2 土 建 工 程

3.2.1 汽轮发电机组安装前期，由监理组织土建专业、安装专业进行图纸会检，明确施工界面及质量责任。

3.2.2 土建施工期间，安装专业应做如下工作：

1 施工准备时，对预留孔洞、预埋件、汽轮发电机组基座及主要附属设备基础等与安装有关的标高、中心线、地脚螺栓孔位置等重要几何尺寸应进行仔细校核并确认土建与安装的要求相一致；

2 浇灌前，设备安装单位及安装监理单位应参加基座浇灌前的中间验收工作；

3 起吊重型设备需要的起吊设施的基础、锚固点及为超负荷

起吊而对建筑结构进行的加固方案,应在土建施工前与设计单位、监理单位和土建施工单位确定;

4 预埋主机基础地脚螺栓、锚固板、阀座结构件时,安装单位应预制定位用的金属框架,框架各项几何尺寸的偏差和累计偏差应在允许范围内,并确保混凝土浇灌时不会产生偏移。

3.2.3 汽轮发电机组设备基础交付安装应具备下列技术文件:

- 1 设备基础及构筑物的验收记录;
- 2 混凝土强度试验记录;
- 3 建筑物和基础上的基准线与基准点;
- 4 沉降观测记录;
- 5 弹性基础隔振器的预压记录、安装记录。

3.2.4 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、基座浇灌完毕,模板已拆除,混凝土已达到设计强度的70%以上并经验收合格;
- 3 厂房内的沟道施工完毕,一次地坪及进厂房道路施工完毕;
- 4 厂房封闭,屋面止水;
- 5 土建施工的模板、脚手架、剩余材料、杂物和垃圾已清除;
- 6 厂房内的各基础、运行层中心线和标高标识清晰、齐全;
- 7 各层平台、通道、梯子、栏杆、踢脚板和扶手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;
- 8 厂房内的管沟、泵坑、排水沟及集水井等清洁,排水畅通;
- 9 消防设施可靠;
- 10 影响设备安装的装饰工程已全部完成。

3.3 设备及系统安装

3.3.1 设备安装应根据下列技术文件进行:

- 1 本部分第3.1.2条所列的制造厂图纸和技术文件;

- 2 设计技术文件；
- 3 施工组织设计中有关专业施工方案和作业指导书。

3.3.2 工程技术人员和施工人员应理解并熟悉制造厂图纸、施工图纸及有关技术文件，施工前应进行技术交底。

3.3.3 汽轮发电机组的施工场地应按施工组织专业设计合理布置，并符合下列规定：

- 1 临时放置设备和材料的场地应满足相应载荷要求；
- 2 施工地点环境温度宜保持在 5℃ 以上，当气温低于 0℃ 时，应采取防寒、防冻措施；
- 3 水、电、照明、压缩空气、氧气、乙炔等力能供应应满足施工需求；
- 4 安全设施、消防设施的设置及易燃、易爆、腐蚀、辐射源的使用存放应符合规定；
- 5 基建施工和生产运行区域的隔离设施应有明显标识。

3.3.4 起重运输机械的使用与管理，除应符合国家关于特种设备安全监察和 GB/T 23723 《起重机安全使用》、GB/T 23724 《起重机检查》、TSG Q5001 《起重机械使用管理规则》的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 起重机的起吊重量、行走速度、起吊高度、起吊速度、提升机构及纵横向行走的极限范围等性能应满足设备安装要求；
- 2 超限设备起吊应进行专项论证，制订专项方案，经监理单位审核、建设单位批准后实施；
- 3 利用建筑结构起吊重件应进行结构强度验算，并需征得有关单位的同意；
- 4 设备、材料利用起重机械或土建构件进行起吊、悬挂、搁置时，如起重物重量不明、构件强度不清，不能确定起重机械或土建构件强度是否能满足起重物荷载时，起重作业不得进行。

3.3.5 设备安装时，建筑物的保护应符合下列规定：

- 1 不得任意变更或损坏建筑物结构，需改变时应经设计单位

同意。

2 禁止在重要金属结构上任意施焊、切割，必须进行时应制定措施，并经审批。

3 不得在建筑混凝土结构上使用大锤锤击、凿开保护层在内部钢筋上焊接、切割内部钢筋、任意开孔；必须进行，应采取的措施并办理审批手续。

3.3.6 设备及部件的清理应符合下列规定：

- 1 设备部件内部的杂物、油垢、锈迹应清理干净并及时封闭；
- 2 设备的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 轴颈和轴瓦的表面层在清理时不得损伤和污染；
- 5 清理后的设备及零部件应分类存放，防止二次污染。

3.3.7 汽轮发电机组设备施工应符合下列规定：

- 1 设备的解体检查、测量和调整应符合制造厂的有关要求；
- 2 拆卸设备部套时应做好标记、使用专用工器具，并不得强行拆装；
- 3 拆下的精密零部件应分别放置在专用的零件箱内，零部件不得堆压，并由专人妥善保管；
- 4 设备及系统封闭前，热控专业有关工作已完成，并经检查确认；
- 5 设备及零部件的焊接应按规程和图纸要求施焊。

3.3.8 汽轮发电机组设备及管道的水压试验除应按 DL/T 5190.5《电力建设施工技术规范 第5分部：管道及系统》的规定执行外，临时系统连接应严密无渗漏。水压试验后应放尽余水、吹干，并采取防腐措施。

3.3.9 隐蔽工程的安装检查应符合下列规定：

- 1 进入设备内部清理和检查的人员，应穿清洁、无纽扣、无衣袋的专用工作服，鞋底无铁钉并擦拭干净。

2 设备及管道封闭前,应指定专人检查,确认内部无杂物后按规定办理签证。

3 设备及管道的封闭应明显,牢固、可靠,不得用棉纱、抹布、纸团等堵塞开口部位。

4 不得在已最终封闭的设备或管道上施焊、开孔、拆封,如需进行时应经批准。作业完成后应重新检查,确认符合要求后重新封闭。

3.3.10 施工过程中,应做好施工技术记录和验收签证,并及时整理。所有工程变更均应在施工图上标识。

3.3.11 设备安装应符合下列绿色施工规定:

1 场地平面布置应优化工艺流程、缩短运距;

2 提倡采用新技术、新工艺、新设备、新材料,不得使用高污染的工艺技术;

3 施工场地应有畅通的永临结合的环形通道,并减少占地;

4 周转料具应定期维护保养,提倡使用节能环保的施工设备和机具,并提高使用率;

5 材料宜按施工计划顺序进场,限额领料、合理下料、工完料净、减少废料;

6 设备安装过程产生的废弃物应按可回收、不可回收、有害分类处置;

7 临时用电线路应布置合理、安全,宜选用节能灯具;

8 抑制扬尘宜控制水量,试验用水宜回收利用;

9 现场噪声控制应按照 GB 12523《建筑施工场界噪声限值》执行;

10 应避免设备安装过程中放射源的射线伤害,减少电焊弧光污染。

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、缸内加热管道、隔热挡板及连通管道等部件的施工。

4.1.2 汽轮机本体的设备运输吊装,除应按第 3.1.3 条的规定执行外,尚应符合以下规定:

1 由制造厂整套供应的设备,起吊和运输前,应确认设备总重量,重心、起吊绑扎点,选择起吊及运输工机具;

2 汽缸、转子等特殊设备的运输起吊应使用制造厂提供的专用工具,如制造厂未提供专用工具,现场应按制造厂提供的技术文件和相关安全规定制作专用工具;

3 起吊时,设备的水平扬度如制造厂有特殊要求,则应符合制造厂要求。

4.1.3 汽轮机本体设备的保管除应按第 3.1.7 条的规定执行外,尚应符合以下规定:

1 提倡实施定置化管理。

2 大件设备的置放,应依据设计院提供的区域荷载分布图,确认满足荷载要求。

3 重要设备应采取隔离措施,防止设备损坏,并应定期检查;电气、热控专业范围的部件应由相关专业另行明确保管要求。

4 转子、隔板、缸内零部件、设备结合面应采取防尘、防腐、防碰撞措施。

5 螺栓等紧固件,丝扣部分应妥善保护,防止受损。

4.1.4 合金钢部件的检查安装除应按第 3.1.9 条的规定执行外,尚应符合以下规定:

1 制造厂厂内装配、现场不再拆卸的组件,制造厂应具有有效的质量证明文件;

2 汽缸内部件材质的检查确认应在汽轮机扣盖前全部完成;

3 应有专人保管,定点存放,不得错用。

4.1.5 汽轮机本体的安装程序,应严格遵照制造厂的要求,不得因设备供应、图纸交付、现场条件等原因更改安装程序。

4.1.6 制造厂整套供货,现场不再组装的设备,制造厂应确保内部组件的结构和性能与其供应的技术文件相符。

4.1.7 通流间隙调整应遵循节能降耗的原则,在保证汽轮机运行安全的前提下,间隙值宜取图纸要求的下限,并使间隙均匀。

4.1.8 结合面涂料的选择应符合以下规定:

1 能有效防止结合面泄漏;

2 符合环保要求;

3 不会对设备造成腐蚀,不会对施工人员造成人身伤害。

4.1.9 汽轮机安装的全过程及汽轮机扣盖后,所有设备及系统的连接不得对汽缸产生附加应力。

4.2 本 体 基 础

4.2.1 基础交付安装应具备下列条件:

1 基础各项几何尺寸、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 沉降观测应符合规定。

4 汽轮机房屋面应止水。

5 基础栏杆、通道、孔洞等安全设施应齐全。

6 表面平整,无裂纹、孔洞、蜂窝、麻面、露筋等缺陷。

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

DL 5190.3 — 2012

8 基础孔洞的纵向中心线应与凝汽器、发电机基座的横向中心线垂直。

9 基础尺寸不应限制机组上、下部件连接及膨胀。

10 设备基础的混凝土承力面与设计值偏差宜为 $-10\text{mm}\sim 0\text{mm}$ 。

11 发电机风道混凝土顶部标高与设计值允许偏差为 10mm 。

12 地脚螺栓孔内应清理干净，螺栓孔中心线与基础中心线允许偏差为 10mm ，螺栓孔壁的垂直允许偏差值为 10mm ，孔内应畅通，无横筋、无杂物；螺栓孔与地脚螺栓垫板接触的混凝土平面应平整。

13 直埋式预埋地脚螺栓及预埋件的材质、型号、纵横中心线和标高应符合设计，螺栓及预埋件中心允许偏差为 2mm ，预埋件标高允许偏差为 3mm ，地脚螺栓顶部标高与设计值的允许偏差为 $+5\text{mm}\sim +10\text{mm}$ ，如地脚螺栓标高设计未计算轴系扬度偏差，安装时应根据轴系中心图进行修正。

14 预埋的纵销、横销、锚固板的纵、横中心线及标高允许偏差为 3mm ，其顶面标高应按制造厂提供的轴系中心图进行修正；预埋的主汽门、中压联合汽门支座的中心允许偏差为 2.0mm ，标高允许偏差为 3.0mm ，表面应平整；相关预埋件标高的允许偏差为 1.0mm 。

15 悬臂梁的纵横中心线、断面、标高尺寸，发电机与凝汽器安装位置的建筑结构尺寸应符合设计要求。

16 发电机与励磁机引出线、通风道、油管道、氢冷水冷穿管预留孔的尺寸和相对位置应符合设计要求。

17 基础与运转平台间隔震缝的杂物应清除干净。

18 管沟底部应平整，坡向、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 本体基础沉降观测应在以下阶段进行：

- 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、找中心的隔日测量数据有不规则的明显变化时，不得继续进行设备安装。

4.2.5 带弹性隔振装置的汽轮发电机基础，应按技术文件要求检查、测量弹簧释放前后的高度，在以下阶段对弹簧的锁定情况进行检查：

- 1 基础养护期满后；
- 2 隔振弹簧释放前；
- 3 隔振弹簧释放后，汽轮发电机对轮连接前。

4.2.6 根据现场的需要，可增加以下阶段弹簧锁定情况的检查和测量：

- 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。

4.3 台板与垫铁

4.3.1 垫铁的布置位置和荷载除应符合制造厂技术文件的要求外，尚应符合下列规定：

- 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 相临垫铁间的水平距离宜为 300mm~700mm；
- 5 台板加强筋部位应适当增设垫铁；
- 6 垫铁的静负荷不应超过 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 按照设备实物核对基础的主要尺寸，应能满足安装要求；
- 2 基础混凝土应去除表面浮浆层，并凿出毛面，被油污染的混凝土应凿除；
- 3 安放垫铁处的基础表面应凿出新的毛面并露出混凝土骨料，垫铁与基础应接触密实，四角无翘动；
- 4 安放临时垫铁或调整用千斤顶的部位应平整。

4.3.3 基础与台板间垫铁的形式、材质应符合下列规定：

- 1 垫铁应采用钢板、钢锻件、铸钢件、铸铁件加工，如按制造厂要求使用特制的混凝土砂浆垫块，砂浆垫块的施工要求参见附录 A；
- 2 斜垫铁的薄边厚度不得小于 10mm，斜度为 1/10~1/25；
- 3 垫铁应平整、无毛刺，平面四周边缘应有 45° 倒角，平面加工后的表面粗糙度值不高于 $\sqrt[6.3]{}$ 。

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 两块斜垫铁错开的面积不应超过该垫铁面积的 25%；
- 3 台板与垫铁及各层垫铁之间应接触密实，用 0.05mm 塞尺检查，可塞入长度不得大于边长的 1/4，塞入深度不得超过侧边长的 1/4。
- 4 埋置垫铁的安装如图 4.3.4 所示，并应符合下列规定：
 - 1) 沿纵轴线埋置垫铁的标高应符合制造厂技术文件的要求，标高允许偏差为 2mm；
 - 2) 垫铁的厚度宜大于 20mm，每块垫铁的纵向扬度应与轴系扬度一致；
 - 3) 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，并应制作同

等条件下的试块。

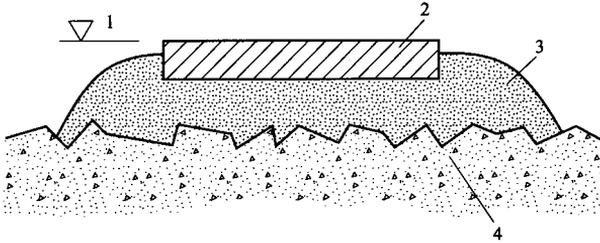


图 4.3.4 埋置垫铁示意图

1—设定标高；2—预埋垫铁；3—无收缩灌浆料；4—基础凿毛面

5 垫铁安装完毕、基础二次灌浆前，各层垫铁侧面接合处应点焊牢固。

6 采用调整螺栓和支撑垫板安装的机组，支撑垫板位置应正确。

4.3.5 地脚螺栓应符合下列规定：

- 1 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、直径应符合设计要求，其垫圈、垫板中心孔等尺寸应符合要求。

4.3.6 地脚螺栓的安装应符合下列规定：

- 1 螺栓与螺栓孔或螺栓套管内四周间隙应大于 5mm。
- 2 螺栓垂直允许偏差为 5mm。
- 3 螺栓下端的垫板应平整，与基础接触应密实，螺母应锁紧并点焊牢固；螺栓最终紧固后应有防松脱措施。
- 4 拧紧后螺栓上部末端宜露出螺母 2~3 个螺距，下部末端丝扣应露出螺母。

5 地脚螺栓应在汽缸最终定位后正式紧固，用 0.05mm 塞尺检查台板与轴承座、汽缸间的滑动面、垫铁及各层垫铁间的接触面应符合本部分第 4.3.4 条的要求。地脚螺栓紧固时不得使汽缸的

DL 5190.3 — 2012

负荷分配值和中心位置发生变化。

4.3.7 台板的检查与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，如无设计要求，应符合下列规定：

- 1) 螺栓孔中心线的允许偏差为 2mm；
- 2) 标高允许偏差为 1mm。

2 台板与轴承座、滑块、汽缸等部位接触面应严密，用 0.05mm 塞尺检查接触面四周，应无间隙。铸铁台板与轴承座或汽缸进行接触面检查时，每平方厘米有接触点的面积应占总面积的 75% 以上且均匀分布。

3 台板与地脚螺栓垫圈的接触面应密实。

4 二次灌浆时无法设置模板的部位，应在台板就位前在基础内侧装好薄钢挡板，挡板不得影响汽缸和有关管道的膨胀。

5 浇灌混凝土的孔洞、放气孔、台板与轴承座或汽缸接触面间的润滑注油孔应畅通。

6 台板上如有可能漏油至混凝土表面的孔洞应予堵塞，堵塞件不得阻碍轴承座和汽缸的膨胀。

7 滑动面应平整、光洁、无毛刺，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 汽缸在运输和存放过程中，设备底面应加垫保护，安放平稳，防止变形，加工面及螺栓应采取保护措施，防止碰伤及锈蚀。

4.4.2 汽缸安装前的检查和记录应符合下列规定：

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。各结合面、滑动承力面及法兰、洼窝等加工面应光洁、无锈蚀、无污垢，蒸汽室内侧应彻底清理，无附着物。

2 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出厂记录。

3 汽缸结合面的检查应符合表 4.4.2 的规定，不合格时应修刮或由制造厂处理，并作出最终记录。

表 4.4.2 汽缸结合面的检查规定

检查方法	检查规定		
	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 内外两侧检查均无 间隙	0.05mm 塞尺自内外 两侧检查无间隙，局 部塞入部分不得超过 汽缸法兰结合面宽度 的 1/3	0.05mm 塞尺检查， 间隙不得贯通，在汽缸 法兰同一断面处，从内 外两侧塞入长度总和 不得超过汽缸法兰宽 度的 1/3

4 汽缸垂直与水平结合面交叉部位挤入涂料的沟槽应清洁畅通。

5 汽缸内外侧工作压力为 1.96MPa 以上的管道法兰及调速汽门法兰的密封面用涂色法检查，应整圈连续接触，其宽度不小于密封面宽度的 2/3。

6 汽缸排汽段与凝汽器或排汽短节相连的坡口应符合焊接规程的规定。如为法兰连接，密封面应平整。

7 汽缸水平结合面的紧固螺栓与螺栓孔之间，应有大于 0.50mm 的间隙，以满足螺栓膨胀，汽缸猫爪连接螺栓与螺栓孔的间隙应能满足汽缸膨胀。

8 汽缸输水孔的部位及直径应符合图纸要求，输水孔及管道应畅通。

9 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。

10 汽缸法兰加热装置的蒸汽室应进行水压试验。试验压力为设计压力的 1.25 倍，维持 5min 应无渗漏；或作渗油试验，24h

内无渗油。

4.4.3 汽缸螺栓与螺母应按下列规定进行检查：

1 螺栓、螺母及汽缸的栽丝孔的丝扣应光滑、无毛刺，螺栓与螺母的配合不应过松或过紧，高、中压缸的螺栓、螺母应有钢印标识，不得调换。

2 按本部分第 3.1.9 条检验汽缸螺栓、螺母等部件的材质。

3 有损伤的外丝扣修刮后须用三角油石磨光。栽丝孔内丝扣应采用专用丝锥修理。

4 需热紧的螺栓、螺母、垫圈、汽缸之间的接合面用涂色法检查应接触良好。

5 丝扣检查修理后，应涂制造厂要求的润滑剂加以保护，防止碰撞和锈蚀。

6 汽缸螺栓的丝扣部分应全部拧入汽缸法兰内，丝扣应低于法兰平面，栽丝螺栓与法兰平面的垂直度应检查并符合制造厂的要求。

7 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，应确认其螺栓顶部有 2 个以上螺距的间隙。¹带有锥度的螺栓安装，应按制造厂的要求进行。

4.4.4 滑销系统检查应符合下列规定：

1 滑销、销槽、锚固板的滑动配合面应无损伤和毛刺，与设备的配合应符合制造厂要求。

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对应尺寸，三点测得的尺寸差值均不得超过 0.03mm，间隙应符合制造厂图纸要求。滑销与销槽配合后宜再用塞尺复查无疑义。

3 滑销应固定牢固，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定位。

4 滑销试装后应滑动自如。在一块台板上有两个滑销位于同

一条直线上时，应取横向相对位移实测值作为间隙值。

5 滑销的承力面、滑动面用涂色法检查，应接触良好。滑销的定位钉应光滑无毛刺，与销孔紧配，销孔内无错口。

6 汽缸、轴承座与台板的联系螺栓拧紧后，垫片应有 0.04mm~0.08mm 的间隙。

7 轴承座滑动面上的油脂孔道应清洁、畅通，轴承座周围及底部管道不得影响膨胀，滑动面采用滑块结构时应按制造厂要求在研刮后取下滑块螺钉。

4.4.5 汽缸推拉装置垫片厚度在汽缸定位后，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，垫片装入时应无卡涩。

4.4.6 滑销间隙过大时，允许在滑销整个接触面上进行补焊或离子喷镀，补焊或喷镀的金属硬度不应低于原金属。不得用敛挤的方法调整滑销间隙。

4.4.7 施工过程中汽缸结合面应采取保护措施，结合面上不得放置硬质金属物件，不得穿有钉鞋踩踏，不得用手锤或其他硬金属敲击。

4.4.8 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，各结合面应符合本部分第 4.4.2 条的规定；

2 如制造厂无明确要求，汽缸密封涂料可参见附录 B 选用；

3 组合好的汽缸，垂直结合面的螺母应在汽缸就位前确认锁紧并点焊，结合面密封焊接时应做好防焊接变形措施。

4.4.9 无台板支撑的大型低压外缸焊接组合时应符合下列规定：

1 汽缸就位后不便安装的低压内缸导杆及推拉装置已预先安装完成；

2 汽缸的前、后端板就位时应安装可靠的临时支撑，前、后端板的中心及标高调整好以后方可找正两边侧板；

3 复测汽缸各部分的中心、对角线偏差符合图纸要求后，方

可对汽缸各部分之间进行点焊；

4 汽缸焊接时应控制焊接变形；

5 汽缸组焊后，排汽口对角线及端板平行度允许偏差为10mm。

4.4.10 汽轮机轴承座的检查应符合下列规定：

1 轴承座的油室及油路应清洁、畅通，内表面不得采用能溶于汽轮机油的油漆，耐油油漆应无起皮；

2 轴承座水平结合面螺栓拧紧后，结合面用0.05mm塞尺检查应无间隙；

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应符合本部分第6.1.4条的规定，法兰栽丝孔不得穿透座壁；

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 穿越轴承座壳体的热工仪表接线应做好防渗油的措施。

4.4.11 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应符合设计要求。

2 汽缸就位前，汽缸与基础间的管道部件等应预先安装。

3 底部装有油管的轴承座，就位前应对其管道焊缝进行无损检验；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。

4 汽缸和轴承座中分面的标高符合设计要求，允许偏差为5mm，台板底面与基础混凝土表面的距离宜为50mm~80mm。

5 汽轮机运行时，在产生最大热膨胀量的情况下，汽缸、轴承座各滑动面不得伸出台板边缘，并应有裕量。

6 汽缸和轴承座横向水平应用精密度不低于0.02mm/m的水平仪测量，测量位置应在前后轴封洼窝或轴瓦洼窝处，必要时用平尺和垫尺配合测量。

7 汽缸与轴承座的横向水平允许偏差为 0.20mm/m；纵向水平以接近该位置的转子设计扬度为宜。当汽缸水平与汽缸负荷分配不能兼顾时，以保证负荷分配为主并经制造厂确认。

8 在汽轮机安装过程中，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。

9 汽缸和轴承座安装定位后，应点焊基础垫铁结合面两侧，并紧固地脚螺栓。

4.4.12 汽缸负荷分配应按制造厂要求进行，并符合下列规定：

1 用测力计进行负荷分配：

1) 测力计使用前应经校验合格。

2) 进行负荷分配时，汽缸应处于自由状态，千斤顶或临时垫铁均不得受力，滑销无卡涩。

3) 在调整负荷分配时，测力计不应过负荷使用。调整过程应均匀微抬，每次微抬不宜大于 0.10mm，并应单向调整，不得中途回落。在吊装上缸等重件时，台板下应临时支垫。

4) 镶装永久垫块时，其相邻的测力计的负荷变化不得大于 980N，测力计测得的负荷值应符合设计要求，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%。

5) 测力计测得的最终负荷值和汽缸、轴承座的相应水平扬度值应作出记录。

2 进行负荷分配时，应检查猫爪横销的承力面、滑动面、台板的滑动面等接触良好，用 0.05mm 塞尺检查应与试装时相符。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，其厚度不应小于 0.10mm。

3 用前猫爪和两侧台板支持的汽缸，其负荷分配一般可根据汽缸水平及猫爪垂弧调整，多缸机组的低压缸安装可结合汽缸中分面水平值调整。

4 采用猫爪垂弧法进行汽缸负荷分配时,应合缸进行,左右垂弧允许偏差值为 0.10mm。

5 采用猫爪抬差法进行负荷分配的机组,应根据制造厂的要求,在合缸的状态下前后猫爪分别进行。

6 汽缸水平、扬度的测量位置应符合制造厂要求,并在记录上作出标识。

4.4.13 汽缸的减荷器安装应符合制造厂的要求。

4.4.14 汽缸大气安全门安装应符合制造厂的要求。

4.4.15 汽缸膨胀指示器的安装应牢固、可靠,指示器的指示范围应满足汽缸的最大膨胀量。汽轮机首次启动前,在冷态状况下应将指示器的指示调至零位并做好标记。

4.4.16 高、中压缸整体供货机组的安装应符合以下规定:

1 汽轮机转子应使用专用装置在汽缸两端的轴向和径向进行固定;

2 汽缸就位过程中应确保转子与汽缸之间的位置不发生相对位移;

3 轴系找中时,汽缸与转子同步调整,两端轴封的径向间隙应符合制造厂要求;

4 轴向和径向最小间隙应符合制造厂要求;

5 按制造厂要求调整转子的轴向定位尺寸,并作记录。

4.5 轴承和油挡

4.5.1 支持轴承安装前应进行检查并符合以下规定:

1 轴承各部件应做好钢印标记,以保证部套位置、配合、方向等组装正确。

2 用浸油或着色法检查巴氏合金承力面,应无夹渣、气孔、凹坑、裂纹等缺陷,三油楔瓦或可倾瓦用超声波检查,应无脱胎。

3 检查楔形油隙和油囊应符合制造厂图纸要求。

4 轴承水平结合面接触应良好,用 0.05mm 塞尺检查无间

隙。瓦座与轴承体接触应紧密。垫块进油孔四周与洼窝应有整圈接触。

5 轴瓦球面与球面座的结合面应光滑,其接触面在每平方厘米上有接触点的面积应占整个球面的 75% 以上且均匀分布,接口处用 0.03mm 塞尺检查应无间隙,球面与球面座接触不良时,应由制造厂处理。组合后的球面瓦和球面座的水平结合面不应错口。

6 轴瓦的进油孔应清洁、通畅,并应与轴承座上的供油孔对正。进油孔带有节流孔板时,节流孔直径应符合图纸要求,并作记录。孔板的厚度不得妨碍垫块与洼窝的紧密接触。

7 埋入轴瓦的热工测点位置应符合图纸要求,且接线牢固。

4.5.2 带垫块的轴瓦或瓦套的安装应符合下列规定,如图 4.5.2 所示。

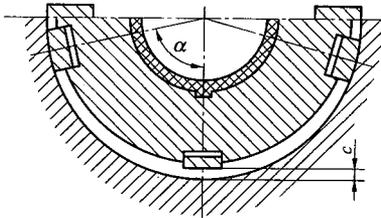


图 4.5.2 下瓦垫块间隙示意图

1 两侧垫块的中心线与垂线间的夹角 α 接近 90° 时,无论转子是否压在下瓦上,三处垫块与其洼窝应接触良好,用 0.05mm 塞尺检查应无间隙。

2 两侧垫块的中心线与垂线的夹角 α 小于 90° 时,转子压在下瓦上,三处垫块与其洼窝应接触良好,下瓦不放转子的状态下,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。

3 轴瓦垫块下的调整垫片应采用整张不锈钢垫片,每块垫块的垫片数不宜超过三层,垫片应平整、无毛刺和卷边,其

DL 5190.3 — 2012

尺寸应比垫块稍窄。垫片上的螺栓孔或油孔的孔径应比原孔稍大且要对正。最终定位后，应记录每迭垫片的张数及每张的厚度。

4 用涂色法检查下瓦垫块接触情况时，应将转子稍压在下瓦上，在每平方厘米上垫块与洼窝接触点的面积应占垫块面积的 75% 以上且均匀分布。

4.5.3 支持轴承的轴瓦间隙应符合图纸要求，图纸无要求时，应符合下列规定：

1 当轴颈直径大于 100mm 时，圆筒形轴瓦的顶部间隙为轴颈直径的 $1.5/1000 \sim 2/1000$ ，两侧间隙各为顶部间隙的一半。

2 当轴颈直径大于 100mm 时，椭圆形轴瓦的顶部间隙为轴颈直径的 $1/1000 \sim 1.5/1000$ ，两侧间隙各为轴颈直径的 $1.5/1000 \sim 2/1000$ 。

3 间隙的测量可采用下述方法：

- 1) 顶部间隙用压熔丝法测量，熔丝直径可为测量间隙值的 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。用塞尺检查两端上瓦口的间隙，验证前测量值的准确性。
- 2) 两侧间隙以塞尺检查阻油边处为准，插入深度 15mm~20mm，瓦口间隙以下应为均匀的楔形油隙。

4.5.4 转子放入支持轴承后，椭圆或圆筒瓦轴承，转子与轴颈巴氏合金的接触角宜为 $30^\circ \sim 45^\circ$ ，沿下瓦全长的接触面应达 75% 以上并均匀分布无偏斜，当接触不良或轴瓦间隙不符合图纸要求时应由制造厂处理。

4.5.5 下轴瓦顶轴油囊深度应为 0.20mm~0.40mm，油囊面积应为轴颈投影面积的 1.5%~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 三油楔轴瓦应复核其油楔长度，并按图 4.5.6 所示复核油楔深度 b 、阻油边与轴颈间隙 a ， a 值宜为轴颈直径的 $1.2/1000 \sim$

1.7/1000, 油楔不应修刮。如不符合要求, 应由制造厂处理。

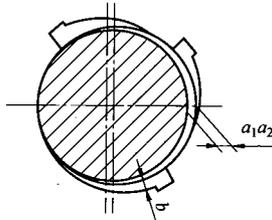


图 4.5.6 三油楔轴瓦示意图

4.5.7 可倾瓦的安装应符合下列规定:

- 1 用千分尺检查各瓦块, 厚度允许偏差为 0.03mm。
- 2 可倾瓦的所示轴径大于 400mm 时, 轴瓦间隙宜为轴径的 1.5/1000~2.0/1000, 轴径小于 400mm 时, 轴瓦间隙宜为轴径的 1.3/1000~2.0/1000。轴瓦顶隙与制造厂设计偏差可通过加减瓦块背面的垫片微调, 如偏差较大或瓦块与轴颈接触不良时, 应由制造厂处理。

3 四瓦块可倾瓦轴瓦顶部间隙如图 4.5.7-1 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 4.5.7-2 所示, 可通过压熔丝法测量。

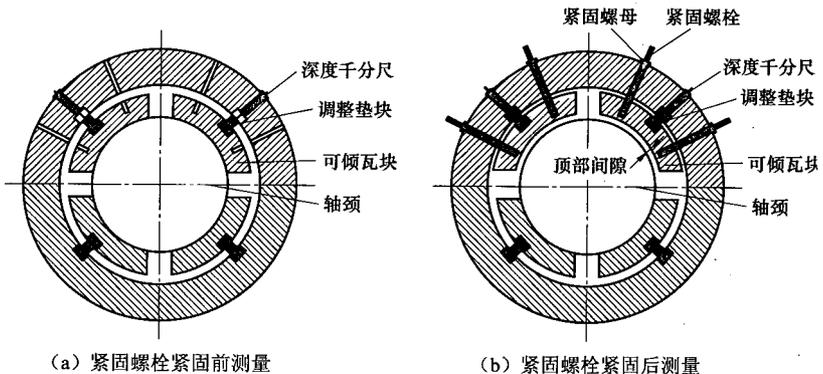


图 4.5.7-1 四瓦块可倾瓦轴瓦顶部间隙测量示意图

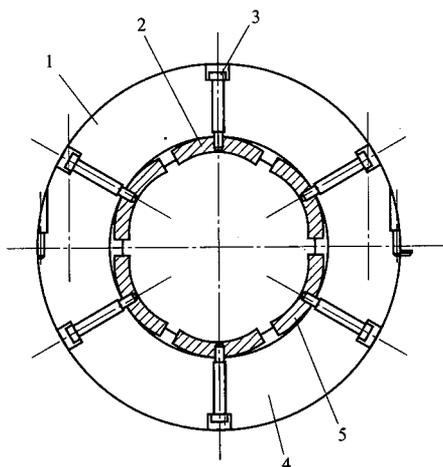


图 4.5.7-2 六瓦块可倾瓦轴瓦顶部示意图

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

4.5.8 推力轴承安装前检查应符合下列规定：

1 推力瓦块应逐个编号、测量，其厚度允许偏差为 0.02mm ，超过允许偏差，应在总装时视磨痕情况再行修正。修刮量大时，应修刮瓦块背面，并作记录。

2 推力瓦的温度测点位置应符合图纸要求，接线应牢固。

3 推力轴承定位环的承力面应光滑，沿周长各点厚度允许偏差为 0.02mm ，并作记录。

4 推力轴承定位环装入时，以能用手锤轻轻打入为适宜。

5 推力轴承底部支持弹簧应无卡涩，弹簧的支持力应与支撑的重量相接近，转子放进后应使其水平结合面原纵向扬度保持不变。

4.5.9 推力瓦轴向间隙和接触面的检测应符合下列规定：

1 推力瓦间隙调整应符合图纸要求，如图纸未标注时，宜为 $0.25\text{mm} \sim 0.50\text{mm}$ 。

2 测量推力瓦间隙时，应装好上下两半推力瓦、定位环和上

下两半瓦套等全部部件。沿轴向往复顶动汽轮机转子。

3 顶动转子的推力应符合制造厂要求，制造厂无要求时，宜为转子重量的 20%~30%。千斤顶应布置在左右对称的位置。推力轴承用百分表监视应无轴向位移，如发生位移，应重新固定。如几次顶动测量偏差超过 0.03mm 时，应查明原因并处理后重新测量。

4 采用金斯伯里推力轴承的机组，可通过推力轴承调整机构移动推力瓦外套测量推力间隙，如图 4.5.9-2 所示。

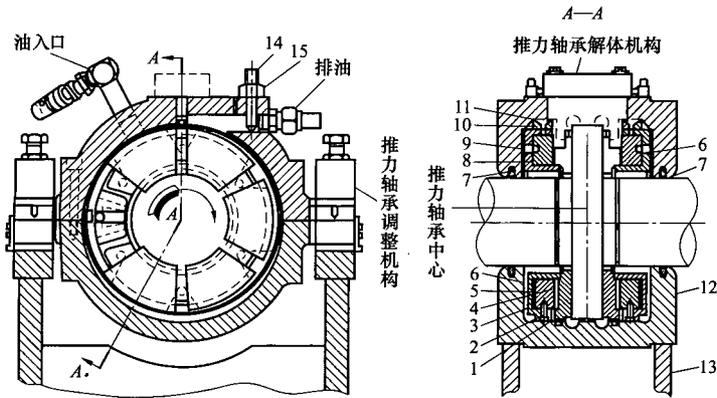


图 4.5.9-1 推力轴承调整机构详图

- 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

5 检查推力瓦块的接触面时，应按第 1 款的要求装好上下推力瓦，盘动转子检查。每个推力瓦块上每平方厘米有接触点的面积应占瓦块总面积（不含油楔面积）的 75% 以上且均匀分布，否则应进行处理。

6 检查半环形推力瓦巴氏合金接触情况时，尚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 4.5.9-3 所示的要求。

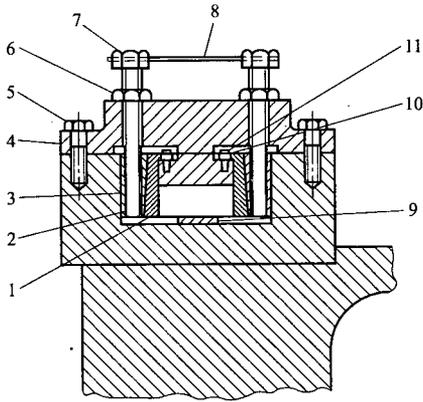


图 4.5.9-2 金斯伯里推力轴承

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

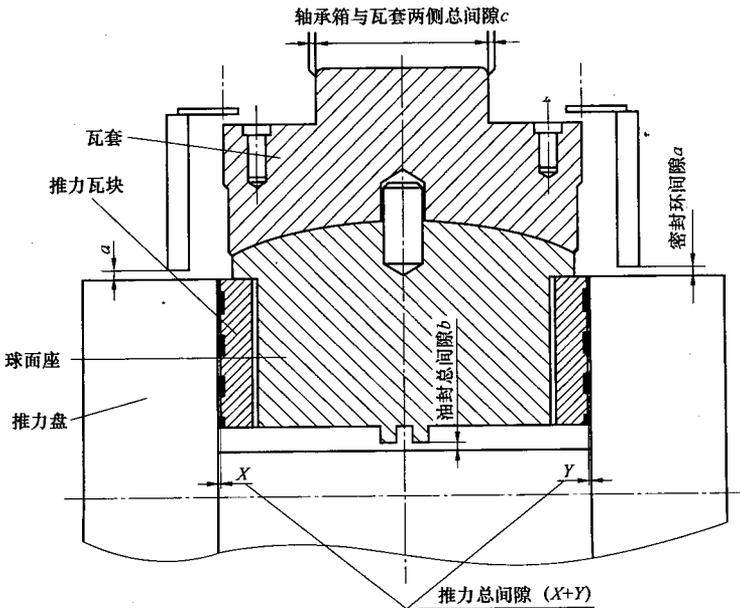


图 4.5.9-3 双楔面、小岛型球座式推力轴承

4.5.10 转子轴颈两端有凸缘时，凸缘应与轴瓦端面保持足够的轴向间隙，以保证运行时转子能自由膨胀。

4.5.11 油挡板安装应符合下列规定：

1 油挡板应固定牢固，中分面接口最大间隙不得超过 0.10mm，并不应有错口；

2 边缘厚度宜为 0.10mm~0.20mm，斜口应在外侧，油挡排油孔应排向油室；

3 用塞尺检查轴瓦和轴承座上的油挡间隙，应符合制造厂要求；

4 密切尔推力轴承（见图 4.5.11），或由其构成的综合式推力轴承的油挡间隙应符合表 4.5.11 的规定。

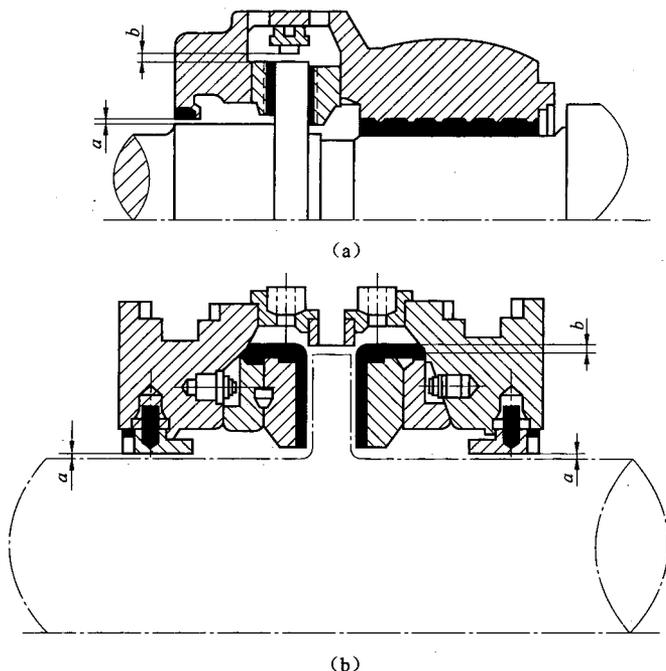


图 4.5.11 密切尔推力轴承示意图

表 4.5.11 密切尔推力轴承油挡间隙

油 挡 部 位		间 隙 (mm)
综合式推力轴承前端巴氏合金质油挡 [图 4.5.11 (a)]	上部	顶部间隙
	两侧	上、下间隙的平均值
	下部	0.10~0.20
推力盘的油挡 [图 4.5.11 (b)]	上部	1.00~1.50
	两侧	0.70~0.80
	下部	0.20~0.30

4.5.12 轴瓦的锁饼、制动销、温度计插座应与轴瓦保持适当的间隙，锁饼、制动销应能制锁但不卡死；锁饼应低于轴瓦水平结合面 0.03mm~0.20mm。

4.5.13 轴瓦紧力应符合制造厂要求，制造厂无要求时，应符合下列规定：

1 圆柱形轴瓦紧力值宜为 0.05mm~0.15mm；球形轴瓦为 0.00mm~0.03mm，高中压缸两侧轴承座紧力值可适当放大，但冷态紧力最大值不得超过 0.25mm；

2 轴瓦紧力的测量采用压熔丝法，并不得与轴瓦间隙测量同时进行。

4.5.14 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、间隙符合要求、螺栓紧固，经汽轮机及热控专业共同检查，并作隐蔽签证；

2 轴承油杯插座与轴承结合应严密，防止渗漏；

3 轴承座水平结合面、油挡与轴承座垂直结合面应涂密封胶。

4.5.15 拆卸下瓦时，抬升汽轮机转子应使用专用工具，拆卸前应预先拆除有碍起吊的管道及元件，抬升高度以满足下瓦拆卸为限，在上半汽封已装好的情况下，应用百分表监视转子抬起高度，抬

高值不应大于上汽封间隙，下瓦拆卸不得在转子两端同时进行。

4.6 汽轮机转子

4.6.1 转子起吊应符合下列规定：

- 1 起吊转子应使用专用横担和吊索，非使用期间应妥善保管；
- 2 起吊部位应符合制造厂图纸要求，起吊索具如金属材料的应用柔软材料包缠绑扎，或在起吊部位包扎衬垫，轴颈处不得作为起吊部位；
- 3 向汽缸内安放转子或从汽缸内吊出转子时，应在后轴颈处支放水平仪监视并调整水平，水平值应与转子落座后的水平值相接近，使转子能顺利吊放。

4.6.2 转子安装前外观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、联轴器应光洁、无毛刺。平衡块、中心孔堵板及其他零件应锁紧，并按第 4.6.3 条检查联轴器。
- 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、不柱度应小于 0.02mm。
- 5 测量轴的弯曲度并作记录，其数据、相位应与制造厂总装记录相符。六级以上的套装叶轮转子中部的最大弯曲度差值应小于 0.06mm。
- 6 推力盘端面瓢偏应小于 0.02mm，晃动应小于 0.03mm，不合格时应由制造厂处理。
- 7 转子上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松动和损伤，镶装平整，无凹凸不平。
- 9 镶装在轴上的汽封片应牢固，无歪斜、无损伤。
- 10 不得用光谱分析仪对转子直接作光谱分析。

11 应按制造厂要求进行叶片静频率测试。

12 转子中心孔的探伤检查应在制造厂内进行，并提供质量合格证明。

4.6.3 联轴器的检查应符合下列规定：

1 联轴器上的键、锁紧螺钉、螺母等部件应可靠锁紧。

2 联轴器螺栓、螺母、联轴套上均应有钢印标记。

3 联轴器端面应光洁无毛刺。刚性联轴器端面瓢偏应小于 0.02mm，半刚性及接长轴上的联轴器端面瓢偏应小于 0.03mm。联轴器外圆径向跳动的高、低点的数值和方位应分别作出记录。

4 带有接长轴的转子，应测量接长轴的径向晃度，其晃度值应符合制造厂要求。

5 联轴器端面止口外圆或内圆的径向晃度应小于 0.02mm，且两转子联轴器止口配合应符合制造厂要求。

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，各结合件之间应有间隙，以保证弹簧的活动量和两半联轴器的相对运动，各项间隙值应作记录。

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要求。

10 联轴器润滑油孔应清洁、畅通。

4.6.4 汽轮机转子的轴颈扬度应按制造厂的要求确定，如制造厂未提供扬度要求，前（多缸）低压缸后轴颈处宜作为扬度零位基准点，其他轴颈的扬度应服从轴系找中心调整，数值仅作参考。

4.6.5 单缸机组转子在汽缸内找中心应符合下列规定：

1 转子缸内找中心应在制造厂指定的洼窝位置测量，以汽缸前、后汽封或油挡洼窝为准，测量部位应光洁，各次测量应在同一位置。

2 轴承各部件应安放正确, 接触良好, 保证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。用工具盘动转子时不得损伤转子、汽缸和轴承座。

4.6.6 汽缸与转子的动、静间隙调整完成后, 机组各有关部件应符合下列规定:

1 注明前后洼窝中心值测量位置, 并作记录;

2 汽缸的负荷分配值应符合要求, 其数值及汽缸水平扬度应作出记录;

3 下轴瓦巴氏合金接触面、轴瓦垫块与洼窝接触面、球面接触情况等应符合本部分第 4.5 节的有关规定;

4 台板与轴承座、台板与汽缸、猫爪与承力面等处的接触面, 应符合本部分第 4.4 节的有关规定;

5 滑销经调整合格并固定;

6 双缸或多缸汽轮机转子联轴器找中心应依次进行, 并作记录;

7 与转子相连接的主油泵、蜗轮组、减速齿轮等装置找中心在轴系最终定位前应同步完成。

4.6.7 汽轮机轴系中心允许偏差应符合制造厂的要求, 如制造厂无要求时, 应符合表 4.6.7 的规定。

表 4.6.7 轴系中心允许偏差 (mm)

联轴器型式	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

注: 表中数值不包括附加补偿值, 施工中应按制造厂提供的补偿数据作必要的修正。

4.6.8 轴系找中心工作应符合下列规定：

1 联轴器两端面的相对位置应按制造厂的标记对正；如无标记，两端面瓢偏值应互补，同时兼顾各螺栓孔互相对准；联轴器最后对正连接后应做标记。

2 每次测量，两个转子的联轴器应分别沿相同方向旋转 90° ，盘动的角度应相同，两联轴器的测点位置应保持不变。

3 测量端面瓢偏时，应在互成 180° 、半径相等的两个对应点架设百分表，盘动一周，取全部数据最大差值的二分之一。测量联轴器晃度时，应在联轴器外圆面架设百分表，盘动一周，取全部数值的最大差值。

4 只有一个支持轴承的转子使用假瓦找中心时，对轮连接并拆除假瓦后，应保持对轮处的洼窝中心值不变。

5 放入转子时应确定转子未压在油挡或汽封上。

6 测量时，两个转子之间不得有刚性连接，各自处于自由状态。

7 轴系找中心工具应有足够的刚度，安装应牢固、可靠。使用百分表进行联轴器找中心时，表架应稳固。联轴器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。

8 对轮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。

9 盘动转子应按第 4.6.5 条的有关规定进行。

10 轴系找中心的同时应保持油挡洼窝在规定范围之内。

11 设计为零值处的轴颈扬度宜保持不变。

12 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 塞尺检查应无间隙。

13 轴系找中心时，凝汽器储水量应符合制造厂的要求。

14 三支撑转子的联轴器找中心时，其联轴器间预留下张口值应符合制造厂要求，制造厂无要求时，宜为 $0.15\text{mm}\sim 0.25\text{mm}$ 。

15 轴系连接后，各联轴器应做同心度检查，同心度允许偏

差为 0.02mm。

4.6.9 轴系中心初步找正后，轴系对轮连接前，轴系中心应在下列阶段进行复测：

- 1 凝汽器与汽缸连接完毕后；
- 2 基础二次灌浆完毕并紧好地脚螺栓后；
- 3 汽缸扣大盖紧完结合面螺栓后；
- 4 导汽管、大径冷拉管与汽缸连接后；
- 5 弹性基础的隔振器弹簧释放后。

4.6.10 刚性或半挠性联轴器需要在现场铰配螺栓的，紧螺栓时应符合下列规定：

1 铰孔或镗孔前，联轴器中心应检查合格，二次灌浆的混凝土强度达到 70% 以上；

2 两个联轴器应按找中心时的相对位置对正；

3 铰孔或镗孔前应将联轴器进行临时连接，临时连接后应测量轴系同心度，同心度允许偏差为 0.02mm。先在联轴器相对 180° 方位铰好两个孔，按制造厂要求配制联轴器螺栓，紧固后方可盘动转子，然后依次对称铰铰其他螺孔。联轴器螺栓应在直径方向对称的位置进行冷紧；

4 铰孔或镗孔的过程中，不得进行任何可能影响轴系连接的工作；

5 铰、铰好的螺栓孔应与联轴器的法兰端面垂直。螺栓与螺孔间的配合应符合 GB/T 1800.1—2009《产品几何技术规范（GPS）极限与配合 第 1 部分：公差、偏差和配合的基础》和 GB/T 1800.2—2009《产品几何技术规范（GPS）极限与配合 第 2 部分：标准公差等级和孔、轴极限偏差表》的规定，螺栓、螺孔间的间隙为 H7、h6，销柱表面粗糙度值不大于 $\sqrt[6.3]{}$ ，销孔表面粗糙度值不大于 $\sqrt[3.2]{}$ 。安装螺栓时应加润滑剂，用铜棒轻轻敲入。装好后螺栓与螺孔应作对应的钢印标记；

6 联轴器螺栓的紧固力矩、伸长量应符合制造厂的要求；

7 联轴器螺栓孔、螺栓为不需铰孔的松配合时，联轴器止口配合应符合制造厂的要求，配合后同心度应经检查合格；

8 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 10g。

4.6.11 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 4.6.10 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 垫片的厚度应为转子定位时两联轴器间的左右实测间隙的平均值，加工允许偏差为 0.02mm，表面粗糙度值应不大于 $\sqrt{3.2}$ ，并应无毛刺、无裂纹、无油污；

2 联轴器铰孔时，垫片已安装到位。

4.6.12 使用桥规测量、记录轴颈高度时，各轴承桥规与轴颈的间隙，以 0.50mm 左右为宜；桥规放置位置应在轴承座中分面上做好明显标记，桥规与轴承座的平面接触应良好；桥规的编号、方向、轴颈高度值应作好记录。

4.7 通流部分设备安装

4.7.1 喷嘴的检查与安装应符合下列规定：

1 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，应用涂色法检查，其接触面应达 75% 以上，密封面无贯通缺陷，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不应大于 0.04mm。组装好的喷嘴或喷嘴组应无松动，喷嘴组出汽口应平齐；

3 紧固喷嘴使用的单头螺栓紧固后，螺栓丝杆端部应确保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要求，并作记录，螺栓与销钉应在扣大盖前点焊牢固；

4 喷嘴安装时各结合面应均匀涂擦耐高温防咬剂。

4.7.2 隔板和隔板套安装前检查应符合下列规定：

1 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，铸铁隔板应无裂纹、铸砂、气孔等缺陷。

2 静叶片外观检查不应有裂纹、铸砂、焊瘤、松动，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检查应符合下列规定。

- 1) 高、中压隔板，隔板套自由状态时应小于 0.05mm；
- 2) 低压隔板、隔板套自由状态时应小于 0.10mm，螺栓紧固后间隙应小于 0.05mm；
- 3) 铸钢隔板自由状态时应小于 0.05mm；
- 4) 铸铁隔板自由状态时应小于 0.10mm，斜切面应小于 0.05mm。

5 定位上下两半隔板、隔板套的销键和相对应槽孔的配合间隙宜为 0.05mm~0.08mm。

6 隔板、隔板套、汽缸间的膨胀间隙应符合图纸要求。隔板挂耳垫片应接触密实，不得超过三片，垫片材质应满足工作温度的要求。

7 下隔板、隔板套应按制造厂图纸要求设有疏水孔，隔板、隔板套就位后疏水应畅通。

8 静叶环、隔板与隔板套、汽封片与汽封套应按汽轮机本体部件编号做出钢印标记，并标明安装位置。

9 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要求，制造厂无要求时，高压缸宜为 0.15mm~0.25mm，低压缸宜为 0.40mm~0.50mm。

4.7.3 隔板找中心应符合下列规定：

1 隔板中心的最终找正应在以下工作完成后进行：

- 1) 高、中压外下缸到抽气逆止阀和第一个支吊架的管段安装；
- 2) 高、中压联合汽门与汽缸下缸连接、定位；
- 3) 低压缸与凝汽器连接；
- 4) 影响汽缸中心及扬度变化的其他工作。

2 隔板找中心工具相对转子与洼窝的中心位置允许偏差为 0.05mm。

3 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。

4 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。

5 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，测量时应对钢丝垂弧进行修正，见附录 F。制造厂有明确要求时，应按其要求执行。

6 激光准直仪找中心应符合下列规定：

- 1) 激光束在 40m 光程内的允许偏差为 0.05mm，激光斑点为一正圆形，接收靶在汽缸洼窝中应安放牢固；
- 2) 使用激光准直仪的现场周围 2m 以内不宜进行电焊、火焊、动火等工作；
- 3) 激光准直仪受外界干扰影响光束时，即自行调整输出光束，使基准保持不变。

7 隔板的汽封洼窝找中心以下隔板为准，隔板洼窝不呈正圆时，汽封间隙应综合调整。

8 半实缸状态下隔板洼窝找中心应按制造厂要求修正至全实缸状态值。

9 镶装式隔板洼窝找中心时，应测量出每块隔板的中心值，并作记录。

10 隔板洼窝中心的左右允许偏差，高、中压缸为 0.05mm，低压缸为 0.08mm；隔板洼窝中心的上下允许偏差为 0.05mm，中心允许偏下。

11 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。

4.7.4 回转隔板的检查和安装除执行本部分第 4.7.2 条和第 4.7.3 条的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 动静部分的结合面用 0.05mm 塞尺检查无间隙；
- 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，全开和全关位置应与油动机对应，符合图纸要求，指示正确。

4.7.5 汽封套安装前的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紧密，在螺栓紧固的情况下，用 0.05mm 塞尺检查应无间隙；
- 4 汽封套的疏水孔应畅通；
- 5 汽封套与洼窝的配合应符合图纸要求。

4.7.6 带弹簧的汽封块安装好后，汽封块在槽内不得卡涩，压入后能自动弹回。

4.7.7 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要求并作记录；
- 2 分流环安装时不得装反并应有位置标记；
- 3 分流环与隔板的接触面、水平结合面、螺栓、螺母应涂耐高温防咬剂。

4.7.8 汽封间隙的测定应符合下列规定：

- 1 汽封间隙，复环的阻汽片，应逐个进行测量并记录；
- 2 测量汽封轴向间隙时，转子圆周朝向应固定，宜为车头侧危急遮断器飞锤向上，或与制造厂总装时的朝向一致，转子的推力盘应靠紧推力瓦工作面；
- 3 汽封的轴向间隙，可用楔形塞尺在下汽封两侧进行测量；
- 4 汽封径向的左右侧间隙应用塞尺测量，上下间隙可用贴橡皮膏法或压熔丝法进行测量，采用压熔丝法进行测量时，应临时

固定轴封块；

5 汽封径向及轴向间隙应符合制造厂要求，现场安装不得随意改动制造厂提供的有关数据，如汽封间隙数据不符合制造厂的要求，则制造厂应做出明确说明并认可。

4.7.9 汽封的径向间隙不合格时，应按下列规定进行调整：

1 径向汽封间隙过大时，可以修刮汽封块在注窝中承力的接触部位，参见图 4.7.9 (a)；

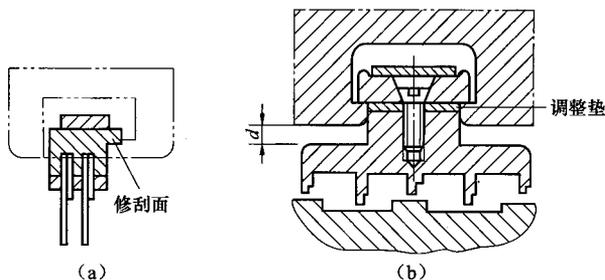


图 4.7.9 汽封示意图

2 间隙过小时可修刮或加工汽封片边缘使其尖薄平滑；

3 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，紧固螺钉的材质应与图纸要求相符；

4 汽封块的退让间隙 d 应符合图纸要求；

5 汽封间隙调整结束后，应测量整圈汽封块的膨胀间隙，宜为 $0.20\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ ，相邻两个弧段端部的接触面应密实。

4.7.10 可调式汽封安装应按图 4.7.10 所示，并应符合以下规定：

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的接触情况应接触良好，汽封弧块在 T 型槽内应活动自如；

2 安装汽封前需调整好注窝中心，保证左右两侧差值小于

0.10mm；左右间隙和的平均值与下部间隙差值小于 0.05mm；

3 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设计要求，各汽封块闭合时端面应接触良好；

4 正式组装前在汽封环的 T 型槽及密封面需涂防咬润滑剂、安装专用弹簧并记录弹簧原始长度，然后按编号将弹簧和汽封块装入汽封槽道中。

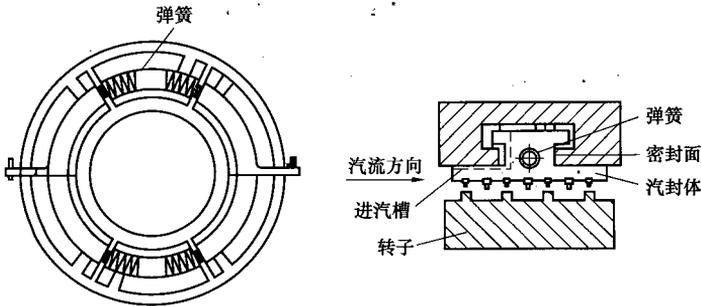


图 4.7.10 可调式汽封示意图

4.7.11 通流部分间隙的测量应符合下列规定：

1 通流部分间隙应符合图纸要求，测量后的记录应对比制造厂的出厂记录。

2 测量通流间隙前应先按制造厂提供的第一级喷嘴与转子叶轮间的间隙值对转子进行定位，定位时，转子推力盘应紧贴工作面。

3 第一次测定时应使车头侧危急遮断器的飞锤向上；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。

4 转子最终定位后应测取汽缸外部上汽封端面与该转子上外露的精密加工面的距离尺寸作为汽缸轴向位置定位的依据，测量部位应作出标记。

4.7.12 速度级与转向导叶环上半部的最小轴向间隙，可采用前后

顶动汽轮机转子的方法进行。测量时应拆除可能阻挡转子前后位移的部件，并防止顶坏设备。

4.7.13 转子轴向窜动的最终记录，在完成汽轮机扣盖工作后，以热工整定轴向位移指示时测定的数据为准。

4.7.14 通流部分间隙及汽封轴向间隙不合格时，应由制造厂确定处理方案。

4.8 盘车装置和减速器

4.8.1 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，在紧固螺栓后，0.05mm 塞尺检查应无间隙。

3 齿轮箱封闭时，结合面应加耐油密封涂料。如需增加垫片，垫片材质应耐油。

4.8.2 减速器及蜗轮组的润滑装置应符合下列规定：

1 润滑装置的喷油管在组装前应进行吹扫，组装须牢固、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设计要求并与真实油位相符，正常油位运行时应淹没最低齿轮上的最低一个轮齿。

4.8.3 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 4.8.3 的规定；

表 4.8.3 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 减速器的变速比应记入安装记录。

4.8.4 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，各个头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进行检查，应符合表 4.8.4 的要求；

表 4.8.4 蜗轮组齿侧间隙 (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 蜗轮组的变速比应作记录。

4.8.5 减速器和蜗轮组轴承的检查和安装应符合本部分第 9.2.10 条～第 9.2.17 条的规定。轴瓦的间隙及紧力、滚动轴承的型号应作记录。

4.8.6 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，如齿侧间隙太小，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。

4.8.7 汽轮机盘车装置的检查、安装应符合下列规定：

1 齿轮和蜗轮应符合第 4.8.1 条～第 4.8.6 条的规定。

2 盘车装置安装位置，应满足转子冷、热态状况下的正常运行要求；联轴器罩安装应保证转子热胀后不与罩壳相碰。

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，应无间隙。

5 盘车装置手动操作应灵活。汽轮机转子冲动后，盘车装置能与汽轮机转子自动脱开，脱开后操作杆应能自行锁定，进油门与手柄联动装置的安装方向应符合图纸要求。

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 盘车装置的电动机联轴器找中心，应符合本部分第 9.2.22 条的规定。

9 盘车装置电动机联轴器应安装保护罩。

4.8.8 液压盘车的安装应符合下列规定：

1 盘车的安装须在汽轮机大轴位置确定后方可进行；

2 安装前应仔细检查并清理与盘车连接的所有油管道；

3 按照制造厂要求对盘车装置进行径向和轴向定位，测量盘车装置与汽机轴之间的轴向间隙和径向间隙符合要求。

4.9 汽轮机扣大盖

4.9.1 汽轮机扣大盖时扣盖区域应封闭管理, 无关人员不得进入。上缸工作人员应穿无扣连体工作服。扣盖用工具应由专人登记保管, 合缸前应清点核实, 携带至汽缸上的工具应有防落措施。

4.9.2 汽轮机正式扣大盖之前, 应将内部零部件全部装齐后进行试扣, 双层结构的汽缸可分别试扣, 但试扣外缸时, 内缸中分面的螺栓应全部紧固。试扣大盖的同时应进行下列工作:

- 1 测取汽封套、隔板套、隔板与汽缸的径向间隙;
- 2 紧好内缸、隔板套及汽封套螺栓并装好推力瓦后, 盘动转子听音检查, 汽缸内部应无异常;
- 3 试装汽缸内热工测量元件。

4.9.3 汽轮机扣大盖前应完成下列各项工作并符合要求, 且安装记录、签证应齐全:

- 1 垫铁调整结束, 地脚螺栓紧固;
- 2 台板纵横滑销、汽缸立销和猫爪横销调整结束并记录;
- 3 内缸猫爪、纵横滑销和轴向定位销间隙调整结束并记录;
- 4 汽缸水平结合面间隙符合要求;
- 5 各汽轮机转子轴颈椭圆度和不柱度、对轮晃度及瓢偏、推力盘瓢偏、转子弯曲度符合要求并记录;
- 6 汽缸水平扬度、凝汽器与汽缸连接前、后的转子扬度记录;
- 7 汽缸已经按照制造厂要求进行负荷分配并记录;
- 8 汽轮机转子在汽封及油挡洼窝处的中心位置、转子轴系中心符合制造厂要求;
- 9 隔板中心调整结束并记录;
- 10 转子与汽缸已经相对定位, 定位位置已作标记, 数值已作记录;
- 11 汽封及通流部分间隙符合制造厂要求并作记录;
- 12 汽轮机转子在合实缸的情况下, 已进行轴向间隙推拉检

查、测量及定位，且应符合制造厂设计要求并作记录；

13 法兰加热装置渗漏试验符合要求并作记录；

14 汽缸内全部合金钢部件已做光谱复查并符合要求；

15 高温紧固件已做硬度及光谱复查符合制造厂要求并作记录；

16 对汽缸几何尺寸、轴系中心、通流间隙、轴封间隙有影响的热力管道已完成连接；

17 汽缸、管段、蒸汽室内部已彻底清理，管口、仪表插座和堵头已封闭；

18 汽缸内部的疏水口畅通，热工元件安装结束。

4.9.4 汽轮机扣大盖工作除应按第 3.3.9 条的规定执行外，尚应符合下列规定：

1 扣大盖所需的设备零部件，应预先进行清点检查符合要求并按序放置整齐；

2 施工用的工器具应逐件登记，扣完大盖后应再次清点无误；

3 汽缸内确保清洁无杂物、结合面光洁、各孔洞通道应畅通，需堵塞隔绝部分应封闭；

4 汽缸各个零部件的结合部位，按设计要求涂敷耐高温防咬剂；

5 汽缸内可能松脱的部件，扣缸前应最后锁紧；

6 紧好内缸、隔板套、汽封套螺栓并装好推力瓦后，盘动转子倾听汽缸内部应无摩擦音响；

7 吊装上缸时，监视上汽缸结合面与下缸的水平扬度相符，合缸时应装好涂油导杆，并随时检查，应均匀下落无卡涩；

8 汽缸水平结合面的耐高温防咬剂，应在上缸扣至接近下缸时涂抹，涂抹应均匀连贯，合缸后耐高温防咬剂应能布满全结合面；

9 在上下缸水平结合面初始接触而吊索尚未放松时，应将定位销打入汽缸销孔；

10 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；

11 扣盖完毕后再次盘动转子进行听音检查无异常。

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

1 汽缸中心变化允许偏差为 0.03mm；

2 猫爪垫块总数不得超过 3 片并应接触严密，用 0.05mm 塞尺检查无间隙；

3 垫块的材质应符合制造厂要求。

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

1 倒换垫块工作应在扣完大盖并全部紧好外缸水平结合面螺栓后进行；

2 镶配或切换上猫爪垫块时用百分表监视猫爪的位置变化量允许偏差为 0.03mm；

3 垫块承力面应接触良好，用 0.05mm 塞尺检查无间隙。

4.9.7 汽缸水平结合面螺栓的冷紧应遵守下列规定：

1 冷紧顺序应从汽缸中部开始，左右对称依次紧固。所有螺栓的紧固程度应相等，全部螺栓冷紧后应按上述顺序依次复查，并确认符合制造厂要求。

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。

4.9.8 汽缸水平结合面螺栓的热紧应符合下列规定：

1 螺栓在冷态情况下用扳手人力锁紧并确认螺母、垫圈、汽缸平面无间隙后，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确定螺母转动弧长并在汽缸上标出热紧后的旋转位置；

2 螺栓加热应使用专用工具，螺栓应均匀受热，螺纹部位避

免直接受到烘烤；

3 热紧螺栓应按冷紧时相同的顺序进行，加热后热紧工作一次完成，如一次性达不到规定值应待螺栓完全冷却后，再重新加热。

4.9.9 汽缸扣盖工作完成后，应检查台板、猫爪等部位联系螺栓的垫圈，用手推动应能滑动自如。

4.9.10 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必须清理干净，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 密封环应有良好的弹性，安装时应能满足装配要求；

4 密封环和槽配合的两侧总间隙 a 宜为 $0.08\text{mm} \sim 0.11\text{mm}$ ，如图 4.9.10 所示，全周两侧总间隙应均匀一致；

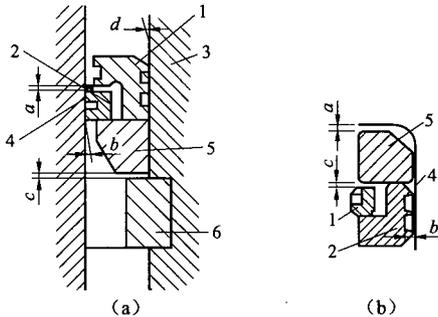


图 4.9.10 高压进汽管密封环示意图

1—外密封环；2—内密封环；3—进汽管；4—套管；5—调整环；6—挡圈

5 密封环开口两端接口尺寸应能正确配合，装入内缸喷嘴室套管内开口间隙宜为 1.50mm ；

6 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，如汽缸上的密封环已在制造厂完成装配，应确认齐全、完好；

7 进汽管插入内缸蒸汽室时应防止损伤密封环；

8 已装配好的进汽管可不再重新安装并测量。

4.9.11 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进行渗油试验并符合规定，内部应清洁、无杂物；

2 连通管试装应在汽缸定位后进行，其法兰连接应无外应力；

3 连通管的补偿装置及其连杆的安装，应按制造厂要求的冷紧值及连杆预偏值调整；

4 连通管安装调整完毕应拆除补偿装置上的运输固定销，连通管应能自如伸缩。

4.9.12 汽轮机正式扣大盖后如需重新揭开大盖时，应符合下列规定：

1 应经过批准。

2 热紧螺栓不得强行松开，应使用专用工具加热至螺栓伸长值大于热紧值后才能进行；第一次加热不能松开时，应在螺栓完全冷却后重新加热。

3 起吊前应装好导杆，导杆上应涂抹润滑剂。

4 起吊前先用上缸的顶起螺栓将上汽缸均匀顶起，使水平结合面分开，起吊时应使汽缸保持水平，四角均匀上升，并在转子两端联轴器上加装监视百分表，防止将下部部件带起或碰伤转子。

5 运行后的汽轮机组，揭缸宜在冷却至常温后进行。

4.10 基础二次灌浆及养护

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

1 汽轮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 轴系最终找中心结束；

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 全部基础垫铁点焊牢固。

4.10.2 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管，防止二次灌浆时造成污染。

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的表面应清理干净，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良好，保证浇灌混凝土时不漏浆。

5 二次灌浆的部位不得妨碍汽轮机及管道的热膨胀，且不得阻塞台板注油孔或疏水孔等。

6 地脚螺栓的螺母在二次灌浆层内时，螺母四周应加装套管，并留出螺母紧松的操作空间。

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

4.10.3 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。

4.10.4 汽轮发电机组基础二次灌浆及养护工作除应执行制造厂要求和本规范第 1 部分“土建工程”的规定外，尚应符合下列规定：

1 采用微膨胀或无收缩灌浆料。

2 台板内部应灌浆密实，四周应保证浇灌高度高于底座板上表面。

3 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。

4 浇灌时飞溅到设备和螺栓表面的灰浆，应及时清除。

5 浇灌时应按规定制作混凝土试块，与二次灌浆层在同等条件下养护，并按要求的时间做强度试验，出具报告。

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 $5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 范围内。

7 基础二次灌浆层的混凝土强度未达到设计强度的50%以前，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%以前，不得复紧地脚螺栓和启动机组。

4.10.5 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。

4.11 质量验收应提交的项目文件

4.11.1 汽轮机本体安装完毕质量验收时，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 汽轮机基础垫铁或砂浆块配制记录；
- 4 汽缸、轴承座台板找平找正记录；
- 5 汽缸、轴承座台板与汽缸、轴承座间隙记录；
- 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 推力瓦接触及推力间隙检查记录；
- 9 轴瓦垫块及轴瓦与轴颈接触检查记录；
- 10 轴承座中分面水平记录；
- 11 径向轴承及推力轴承安装记录；
- 12 油挡间隙记录；
- 13 轴颈的椭圆度及不柱度记录；
- 14 转子弯曲度记录；

- 15 推力盘端面瓢偏记录;
- 16 联轴器端面瓢偏和径向晃度记录;
- 17 联轴器止口尺寸记录;
- 18 汽缸组合记录;
- 19 汽缸就位找正记录;
- 20 汽缸隔板洼窝找中心记录;
- 21 汽缸内缸纵、横销安装记录;
- 22 内缸支撑键安装记录;
- 23 内缸中分面水平记录;
- 24 内缸中分面间隙记录;
- 25 隔板膨胀间隙记录;
- 26 汽缸负荷分配记录;
- 27 各部通流间隙记录;
- 28 最小轴向通流间隙记录;
- 29 转子定位尺寸及外引标记;
- 30 靠背轮垫片厚度记录;
- 31 汽封间隙检查记录;
- 32 汽缸中分面螺栓紧固记录;
- 33 汽轮机转子联轴器找中心记录;
- 34 转子螺栓、螺母配重记录;
- 35 联轴器连接后同心度记录;
- 36 转子螺栓、螺孔配合间隙记录;
- 37 联轴器螺栓紧固记录;
- 38 滑销系统间隙记录;
- 39 轴承座与汽缸间定位中心梁安装记录;
- 40 推拉杆安装记录;
- 41 盘车装置齿轮间隙记录;
- 42 连通管冷拉记录;
- 43 连通管螺栓整定记录。

4.11.2 汽轮机本体安装完毕质量验收时，应提交下列隐蔽签证：

- 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 汽轮机扣缸前检查签证；
- 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；
- 11 设备缺陷处理签证。

4.11.3 汽轮机组本体安装完毕，质量验收时，应提交下列检验检测报告：

- 1 机组本体基础沉降报告；
- 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 合金钢部件光谱复查报告；
- 4 轴承巴氏合金探伤报告；
- 5 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 发电机和励磁装置

5.1 一般规定

5.1.1 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。

汽轮发电机的类型按冷却方式分为下列几种：

- 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，定子铁芯和结构件为氢气表面冷却。

5.1.2 大型发电机的定子运输应符合下列规定：

- 1 出厂运输前应告知制造厂装车方向，使之到达现场后能与正式就位方向一致；
- 2 发电机定子运输前应仔细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，确保满足运输需求；
- 3 制定超限运输方案，应从安全、技术、经济等多方面进行综合论证，选择最佳方案；
- 4 应制定应对恶劣天气与环境对运输造成危害的措施。

5.1.3 发电机设备到达现场后，应重点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的配合尺寸在规定范围之内；
- 2 联轴器螺栓或螺栓毛坯尺寸应符合安装要求；
- 3 轴承座、轴瓦、转子轴颈的类型与尺寸应互相匹配；

4 铁芯表面、转子表面、轴颈等保护层完整，外观检查无损伤、无锈蚀；

5 水内冷发电机定子、转子进出水管管口封闭完好。

5.1.4 发电机设备到达现场后的保管，应符合下列规定：

1 发电机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 设备就地保管时，发电机存放处的周围环境温度应符合产品技术文件的要求，水内冷发电机存放稳度不应低于 5℃；充氮保管的发电机内部氮气压力应符合产品储存的要求。

4 存放地点应有防火、防潮、防尘、防异物进入的措施。

5 转子存放时，护环不得受力；发电机的气水进出孔道应严密封闭；水内冷发电机转子应使用干燥、清洁的压缩空气将水内冷绕组内部积水吹尽、吹干。

6 保管期间，轴颈、铁芯、集电环等处不得锈蚀；并按产品要求定期盘动转子。

7 对大型发电机定子、转子绕组，应定期使用绝缘电阻表测量绝缘电阻，当发现绝缘电阻值明显下降时，应查明原因，采取措施。

8 保管期间应每月检查一次。

5.1.5 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 应使用无油压缩空气，保证空气干燥清洁；

2 过滤器干燥剂应防止被空气带进发电机；

3 吹扫风压不宜高于 0.3MPa，不宜固定在一处吹扫，以防损坏绝缘。

5.1.6 水内冷发电机定子或转子进行严密性试验时，应符合下列规定：

1 水压试验前应测量绕组的绝缘电阻值，应与制造厂的试验数值比较；

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/cm²、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,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,以确定绕组内部未受潮。

5.1.7 发电机与励磁装置的基础、垫铁、台板应符合下列规定:

1 对基础的要求和设备就位前的基础准备工作,应按本部分第4.2节和第4.3节的有关规定执行;

2 定子台板就位后顶面标高与汽轮机台板标高偏差应为 $-5\text{mm}\sim 0\text{mm}$,其他要求符合本部分第4.3节的规定;

3 发电机定子就位位置两侧基础中应预埋相应锚固件,用于调整定子中心;

4 基础混凝土二次灌浆,应符合第4.10节有关规定。

5.1.8 发电机台板采用无垫铁安装时,利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进行调整,其规定如下:

1 基础准备应符合第4.2节的要求,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 ,标高偏差应在 $\pm 10\text{mm}$ 以内,垫板用混凝土固定,如图5.1.8-1所示;

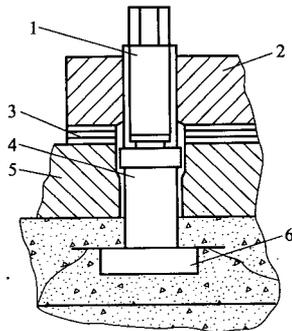


图 5.1.8-1 台板、垫板及起重螺栓示意图

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 安放起重螺栓垫块,其与垫板的间隙,用 0.05mm 塞尺检

查应无间隙；

3 台板与机座的联系螺栓，如图 5.1.8-2 所示，在发电机安装时应拧紧，使台板固定在机座上，安装结束二次灌浆达到规定强度后，应按制造厂要求进行调整；

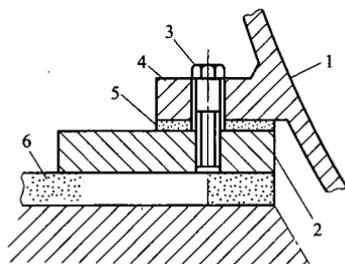


图 5.1.8-2 联系螺栓示意图

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。

5.1.9 空冷、双水内冷发电机风室和混凝土风道在交付安装时，应满足下列规定：

1 风室内壁和混凝土风道内外壁的抹面应符合第 4.2.1 条第 7 款的规定。

2 风室地面应有排水坡度。

3 冷、热风室之间，风室与外界之间应有隔离措施。

4 风室的窥视孔和铁门应严密。

5 混凝土风道不得妨碍定子就位；风道与定子排风口连接处尺寸应匹配。

6 各预留孔洞的位置及尺寸应与设计图纸相符。

5.1.10 发电机引出线上的隔断油盘底部应平整并向排油侧倾斜，排油管有足够的通流截面和坡度；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。

5.1.11 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，厚度应均匀并有良好的绝缘性能，绝缘电阻应符合制造厂要求，制造厂无要求时，用 1000V 绝缘电阻表测量，绝缘电阻应大于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

5.2 轴承座及轴承

5.2.1 发电机和励磁装置的支持轴承及轴承座的检查与安装，除应符合本部分第 4.4.10 条和第 4.4.11 条及第 4.5 节的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 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的热膨胀偏移；机组运行转子膨胀后，转子凸缘与轴承座应有间隙。
- 4 轴承座的纵向扬度应接近轴颈的扬度，横向水平允许偏差为 0.20mm/m 。

5.2.2 发电机及励磁装置落地轴承座，应有绝缘垫板，其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，每叠垫片有 2 层~3 层，并应平整、无毛刺、无卷边，安装后各接触面应密实。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从而便于抽装，但安装时应对缝，不得搭接，保证垫实垫平。
- 2 最上层绝缘板应突出轴承座边缘，下层绝缘板四周边缘应突出上层绝缘板，绝缘板螺栓孔尺寸应稍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 施工过程中应保持绝缘板外露部分的清洁和干燥，保证绝缘良好，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第 5.1.11 条的规定。

5.2.3 对端盖式轴承的绝缘处理应符合下列规定：

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，其单层厚度和总厚度应符合制造厂的要求。

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也应符合上述规定，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 塞尺检查应无间隙；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，应符合第 5.1.11 条的规定。

5.3 定 子

5.3.1 发电机定子安装应符合下列规定：

1 发电机定子安装前应配合电气人员进行外观检查无损伤，定子安装区域应做好隔离措施，无关人员不得进入；

2 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；

3 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。

5.3.2 空冷发电机定子在安装前应进行下列检查并符合规定：

1 检查通风槽和通风孔，确认内部清洁；

2 定子内的环形灭火水管封口封闭严密，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。

5.3.3 氢冷发电机定子在安装前，除应按第 5.3.1 条进行检查外，

尚应检查下列各项并符合规定：

1 定子壳体上所有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 端盖的水平结合面应接触良好，用 0.05mm 塞尺检查无间隙；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 塞尺检查无间隙。

3 密封瓦座水平中分面与端盖水平中分面间的错口应小于 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要求，或参照附录 G 进行，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。

5.3.4 双水内冷发电机定子安装，除按第 5.3.1 条的规定进行检查外，尚应检查下列各项并应符合规定：

1 定子冷却水总管进出口应密封良好，堵板有破损或脱落时，应无杂物进入水管内部；

2 按制造厂图纸要求检查绝缘水管、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、各绝缘水管间应有大于 20mm 的间距，不得互相接触；

3 发电机定子应按第 5.1.6 条及制造厂的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注意防水并保持清洁。

5.3.5 水氢冷发电机定子在安装前，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。

5.3.6 定子与台板之间的垫片，除符合第 5.2.2 条第 1 款的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 垫片在联系螺栓处应开豁口，以利装取、调整。
- 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；最终调好后应作详细记录。

5.3.7 发电机定子的起吊就位工作应符合下列规定：

- 1 定子起吊就位前应有经过批准的技术方案和安全措施。
- 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专用吊耳上。吊耳的固定螺栓应齐全并紧固；未经批准，不得随意选择定子外壳上的其他部位绑扎钢丝绳起吊定子。
- 4 与起吊有关的建筑结构、起重机械、辅助起吊设施等强度必须经过核算，并应做性能试验，以满足起吊要求。

5 定子台板就位后其纵、横中心线、标高与设计值的允许偏差应为 1.0mm。

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就位于孔洞内，其顶面应低于其实际标高 1m 左右，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按第 4.2.1 条的规定清理干净；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，两侧间隙应符合图纸要求，图纸无要求时，宜留有 0.05mm 间隙。

5.3.8 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预置 3mm 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转子、定子初步找正完毕，定子纵横中心及标高符合要求后，在临时千斤顶和起重螺栓承力的情况下，进行台板与基础间的二次灌浆。

4 二次灌浆混凝土的配比与工艺应严格按制造厂要求进行，浇灌时不得碰撞千斤顶、起重螺栓、垫块等承力部件，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，拆去机座与台板间的联系螺栓，松开千斤顶及起重螺栓，用百分表监视台板应不下沉。

6 发电机定子落放台板上后，复测发电机与汽轮机转子的联轴器中心变化并进行调整。

7 用起重螺栓重新顶起定子，调整左右两侧机座与台板间的垫片，垫片的长度要符合制造厂的尺寸要求，沿轴线纵向应形成阶梯形布置，左右垫片数值应对称相等；松开起重螺栓后，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 5.3.8 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。

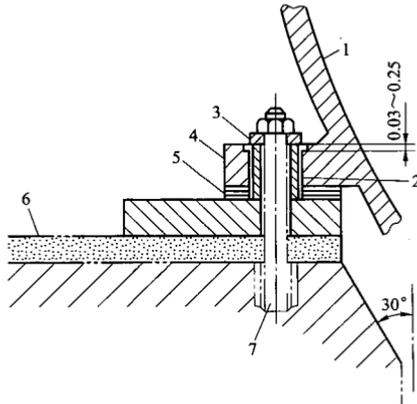


图 5.3.8 地脚螺栓示意图

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

5.4 发电机转子

5.4.1 发电机转子安装前应符合下列规定：

1 发电机转子拆箱应在厂房内进行，拆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 轴承轴颈、密封瓦轴颈、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。

5.4.2 空冷发电机转子在安装前应进行以下检查并符合下列规定：

1 配合电气人员检查，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 平衡重块应牢靠固定并锁紧；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小于 0.03mm。

4 按本部分第 4.6.3 条的规定检查联轴器并应符合要求，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 轴流式风扇应按第 5.5.3 条的规定进行检查。

7 发电机转子上中心孔的检查应按第 4.6.2 条的规定执行。

5.4.3 氢冷发电机转子安装前的检查，除按第 5.4.2 条的规定执行外，尚应符合下列规定：

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。

5.4.4 氢冷发电机转子严密性试验前应进行以下检查并符合下列

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,试验完毕装回原堵板密封。

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;制造厂无要求时,可按照附录 G 进行试验和计算。

5.4.5 双水内冷发电机转子安装前的检查,除按第 5.4.2 条的规定执行外,尚应符合下列规定:

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,试验工作应符合第 5.1.6 条的规定,试验压力应符合制造厂要求,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。

5.4.6 水氢冷发电机转子安装前的检查,按第 5.4.3 条氢冷转子的有关规定执行。

5.4.7 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。

5.4.8 发电机穿转子工作应按制造厂推荐的方法并使用制造厂提供的专用工具进行;施工前应编制方案并经批准;采用自制穿转子工具的应经核算、检查。

5.4.9 发电机穿转子应遵守下列规定:

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 5.4.9 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。

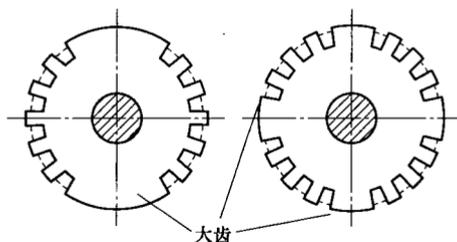


图 5.4.9 大齿示意图

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 穿转子前应认真检查并确认前轴承洼窝、出水支座洼窝等与定子同心,转子联轴器所要通过的全部洼窝内径应大于联轴器外径,以保证转子联轴器能顺利通过。

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,使之有一定的紧力,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。

5.4.10 发电机转子找中心和联轴器连接工作应按本部分第 4.6 节的有关规定进行。

5.4.11 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。

5.5 调整定子位置和封闭端盖

5.5.1 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要求，制造厂无要求时，可按下式计算：

$$D = \Delta L / 2 + C$$

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 1.0mm，氢冷发电机和端盖轴承式发电机尚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，测量后应作好标记。

5.5.2 发电机定子与转子间四周的空气间隙应均匀一致，符合制造厂要求。空气间隙测定的位置应在发电机两端选择同一断面的上、下、左、右固定的四点进行，各测量点的间隙值与平均间隙允许偏差为 1.0mm。

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。

5.5.3 轴流式风扇叶片的检查与安装应符合下列要求：

- 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可用涂色法检查密实、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要求并作记录。
- 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要求，制造厂无要求时，宜为 1.5mm~2.0mm。
- 7 风扇安装完毕，用 1000V 绝缘电阻表测量转子对地绝缘电阻值应符合第 5.1.11 条规定。

5.5.4 发电机内端盖的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。

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

5.5.6 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要求，制造厂无要求时，宜为 0.50mm~0.80mm。

5.5.7 氢冷、水氢氢冷发电机的轴密封内油挡的安装应符合第 5.6.4 条的规定。

5.5.8 发电机端盖最终封闭应符合下列规定：

- 1 端盖封闭前必须检查发电机定子内部清洁、无杂物，各部

件完好；各配合间隙符合制造厂技术文件的要求；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第 5.3.3 条的规定。

3 氢冷、水氢氢冷发电机的胶质密封填料应按制造厂要求的方法填充，并符合以下规定：

- 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要求，并有足够弹性；搭接处工艺应符合制造厂要求。

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。

5.6 氢冷和水氢氢冷发电机的轴密封装置及气体冷却系统

5.6.1 密封瓦座在安装前应检查下列各项并符合规定：

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 塞尺检查应无间隙；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，

材质符合制造厂图纸要求。

5 密封瓦座上的丝扣接头应经试装，确认紧固密封。

5.6.2 密封瓦在安装前应检查下列各项并符合规定：

1 密封瓦水平结合面应接触良好，接触面积应达结合面面积的 75% 以上且均匀分布；

2 用千分尺测量密封环厚度、孔径、密封环槽宽度及与密封环相对应处的大轴直径、各部配合间隙应符合制造厂图纸要求；

3 在紧好水平结合面螺栓的情况下，密封瓦上下两半的垂直面应处在同一平面，不得错口，在平板上用 0.03mm 塞尺检查应无间隙；

4 密封瓦两侧垂直面应光洁，两垂直面间的不平行度应小于 0.03mm；

5 巴氏合金应无气孔、无夹渣，表面无凹坑、无裂纹，经渗油试验应无脱胎现象；

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要求；

8 检查密封瓦弹簧无损伤且长度符合制造厂图纸要求；

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，应符合制造厂的要求，如图 5.6.2 所示。

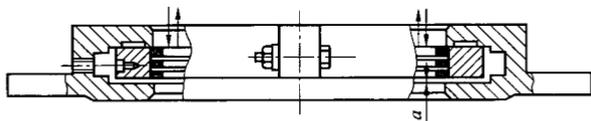


图 5.6.2 密封瓦在瓦座内的轴向间隙示意图

5.6.3 轴密封装置组装时应符合下列规定：

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，径向间隙差应小于 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，各结合面螺栓应锁紧；
- 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的要求，无规定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，均须彻底清理，经检查合格后，按制造厂要求将手孔堵死，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，安装后其对地绝缘电阻值应符合制造厂要求。

5.6.4 轴密封装置的油挡间隙应符合制造厂要求，制造厂无明确要求时，可按第 4.5.11 条的规定执行。油挡对地有绝缘规定时，安装完毕后，对地绝缘电阻值应符合第 5.1.11 条的规定。

5.6.5 发电机的氢控制站瓶架和四周的保护围栏安装应牢固、平直。

5.6.6 发电机氢气、二氧化碳系统管道、供氢系统管道的安装，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 3/1000，供气管道坡度应不小于 2/1000，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 含氢的排放管道应单独接至厂房外空旷处；
- 6 系统布置应便于气体置换操作。

5.6.7 发电机及其气体系统安装完毕后，必须按照 5.6.9 条的规定

进行整套严密性试验并合格。

5.6.8 整套严密性试验前应完成下列各项工作：

1 发电机设备及气体系统、密封油系统应安装齐全；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。

5.6.9 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，必须符合制造厂要求，制造厂无要求时，可参照附录 G 进行试验与计算，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、氢气、二氧化碳管道等系统设备单独进行试验，以缩小检漏范围，保证整套严密性试验能顺利进行。

2 试验用压缩空气应符合第 5.1.5 条的规定，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 进行整套严密性试验时，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 漏气量正式记录应在充入发电机内的气体压力达到试验规定值稳定 2h 左右，系统内部气温均匀后开始。

7 漏气量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，并应采用精度较高的温度计进行温度测量。

8 漏气量试验应采用玻璃管水银压力计或其他高精度的表计进行压力测量，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 漏气量试验应持续 24h 以上,并连续记录。发电机及气体系统的漏气量计算应在检漏试验完成后进行。

10 发电机及气体系统进行检漏试验和漏气量试验时,在系统未泄压或系统内尚含有氢气时严禁施焊。

5.7 进出水支座和冷却器

5.7.1 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。

5.7.2 水内冷转子进出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小于 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,距离宜为 35mm,见图 5.7.2。

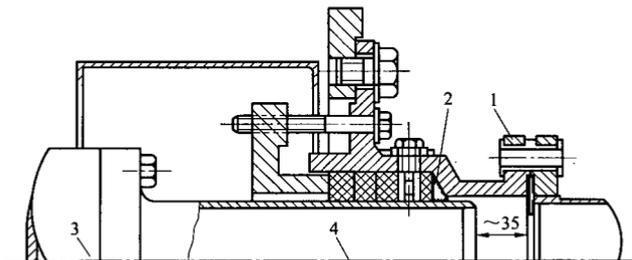


图 5.7.2 进水支座示意图

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本部分第 5.2.2 条的有关规定垫以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第 5.1.11 条的规定。

5.7.3 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；进行灌水试验时，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，并按第 5.2.2 条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；水挡的径向间隙宜小于 0.5mm，左右均匀，上侧间隙可略大于下侧间隙。

5.7.4 水内冷发电机转子和励磁机转子之间带有波形联轴器时，除按本部分第 4.6 节对半挠性联轴器的规定进行检查测量外，尚应符合下列规定：

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图纸要求；

3 胶皮密封垫应有弹性，与轴孔和连通短管槽底的配合应紧密。

5.7.5 发电机冷却器安装前应进行检查并符合以下规定：

- 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 水侧应按照制造厂要求进行水压试验，制造厂无明确要求时，试验压力宜为 1.25 倍的设计压力，维持 30min 不漏；
- 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%，堵管部位应作出记录。

5.7.6 装在发电机壳体内的气体冷却器应有钢印标记，不得错位。

5.7.7 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，允许偏差为 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。

5.7.8 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，清除内部的杂物。
- 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的胀力。
- 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，密封垫条合缝应按规定粘接。

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 5.7.8 所示。

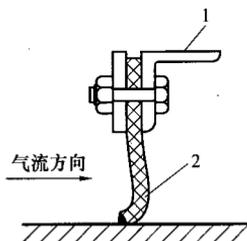


图 5.7.8 挡风胶皮示意图

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。

5.7.9 氢气冷却器端部的膨胀补偿密封应满足以下规定:

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。

5.7.10 空冷、双水内冷发电机的金属风道应满足以下规定:

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 风道壁应有夹层并填入隔热材料,以提高发电机冷却系统效率。

3 风道在垂直方向上应有热膨胀补偿结构。

5.7.11 空冷、双水内冷发电机的通风系统应满足以下规定:

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,经检查签证后方可封闭;

3 风室门应上锁。

5.8 冷却水系统

5.8.1 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 系统内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应有一定的坡度，以保证出水畅通。
- 8 管道系统中的测量仪表和保护装置，应经校验合格，位置应便于检查和维护。

5.8.2 冷却水箱应采用不锈钢板或复合钢板制成，否则应进行衬胶；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。

5.8.3 复波伞板式冷却器现场检查与安装应按下列规定进行：

- 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要求；
- 3 全部进出水口短管的翻边应平整、无翘曲和贯通沟槽；
- 4 按制造厂要求对冷却器进行水压试验，试验水质应清洁、无杂物，进水口应加滤网；

5 水压试验时,如紧螺栓后仍有大量泄漏,可拆开检查密封垫片和冷却板片是否损坏,对已损坏的冷却板片可成对更换新片或减除;

6 组装冷却器时应按流程图进行,保证流程数和流道数正确,如密封垫脱落或更换时应使用制造厂要求的粘结剂;

7 重新组装的冷却器应按原装尺寸减去被减除的板片和密封垫的厚度,并考虑每层密封垫的压缩值,压缩值可取 1mm;

8 压缩时各压紧螺栓应对称均匀拧紧,压缩完毕应测量冷却器四角的轴向尺寸或厚度允许偏差 1mm;

9 安装时应按制造厂要求核对冷却水和工业水的进出口位置。

5.8.4 板式冷却器的检修和安装,应参照第 5.8.3 条的规定进行,并按制造厂要求进行严密性试验。

5.8.5 双水内冷或水氢氢冷发电机的冷却水系统安装完毕,完成下列工作并经检查合格后,方可投入运行:

1 发电机冷却水系统必须冲洗合格。

2 管道系统上的开孔和焊接工作已完成,离子交换过滤器中的填料应取出。

3 冲洗前应使用合格的凝结水或除盐水,水质指标见表 5.8.5-1。

表 5.8.5-1 发电机冷却水系统冲洗前水质指标标准

电导率(25℃) μS/cm	硬度 μmol/L	二氧化硅含量 μg/L
≤0.4	0	≤20

4 冲洗时应首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，则转子宜盘车冲洗。

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 冲洗完毕水质应达到表 5.8.5-2 的规定。

表 5.8.5-2 发电机冷却水系统冲洗后水质指标标准

pH 值 (25℃)	电导率 (25℃) $\mu\text{S}/\text{cm}$	硬度 $\mu\text{mol}/\text{L}$	铜 $\mu\text{g}/\text{L}$	溶氧量 $\mu\text{g}/\text{L}$
4.8~8.0	≤ 1.5	≤ 2	≤ 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。

5.9 励磁装置

5.9.1 采用交流无刷励磁系统的励磁机的检查和安装除应符合空冷发电机的有关规定外，还应符合以下规定：

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，其空气过滤器应装满浸有洁净粘性油类的滤元且无滴油现象；

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。

5.9.2 自励式静态励磁装置在安装过程中应进行以下检查并符合规定：

1 励磁装置轴承检查时，轴颈直径小于 100mm 的轴瓦顶部间隙，宜为轴径的 $2/1000$ ，单侧间隙为 $1/1000$ ，但均不得小于

0.10mm，测量时塞尺插入深度为 15mm~20mm；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 1000V 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 $0.5M\Omega$ 。

3 集电环、碳刷盒与励磁装置转子的间隙符合制造厂要求，与转子凸肩的轴向间隙应满足机组热态膨胀的规定。

5.9.3 励磁装置转子在安装时应进行检查并符合以下规定：

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，其悬臂末端轴头晃度应不超过制造厂要求值。

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重量的 $1/2\sim 3/4$ ，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。

5.10 质量验收应提交的项目文件

5.10.1 发电机及励磁机设备安装完毕质量验收时，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；

DL 5190.3 — 2012

- 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。

5.10.2 发电机及励磁机设备安装完毕质量验收时,应提交下列隐蔽签证:

- 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 发电机整套风压试验签证;
- 10 冷却水箱清扫及封闭签证;
- 11 发电机内冷却水系统冲洗签证。

5.10.3 发电机及励磁机设备安装完毕质量验收时,应提交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。

6 调节保安装置和油系统

6.1 一般规定

6.1.1 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、氢冷发电机密封油系统、油净化装置及电液调节系统的施工。

6.1.2 除制造厂要求不得解体的设备外，油系统设备应解体复查其清洁程度，对不清洁部套应彻底清理，确保系统内部清洁。

6.1.3 调节保安装置及油系统各部件解体、检查、组装时，除应符合本部分第 3.3 节的有关规定外，尚应符合下列规定：

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，作出最后组装记录。组装时各部件钢印标记应与拆卸时相符。

4 各精密部套应使用不致对设备产生腐蚀且符合环保要求的清洗剂清洗，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，各连接部分的销轴应不松脱、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 通油部分各结合面、滑动面、啮合面、连接结、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。

6.1.4 油系统管道施工宜规定除应符合本规范第 5 部分“管道及系统”的规定外，尚应符合以下规定：

1 油管不宜采用法兰接口并应尽量减少焊口，管道焊接前应经检查以确保油管内部清洁。

2 DN50 及以下油管应采用氩弧焊接，所有油管道应采用氩弧焊打底。焊缝的坡口类型、焊口间隙及焊接检验应按 DL/T 869《火力发电厂焊接技术规程》和 DL/T 1118《核电厂常规岛焊接技术规程》的规定进行。

3 进油管向油泵侧应有 1/1000 的坡度，回油管向油箱侧的坡度不应小于 5/1000。

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，距离不能满足时应加隔热板。运行中存有静止油的油管应有不小于 200mm 的净距，在主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 油系统管道安装时，油管敞口应采取封闭措施。

11 工厂化预制组装成件的套装油管，安装前应复查组件内部的清洁程度，确保内部清洁、无杂物，并检查套管内支架管卡应固定牢固。

12 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。

13 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 500ppm 的非金属垫片隔离。

14 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 1.0mm；
- 4) 管道接头应呈自由状态，连接后锁母应有富余螺纹。

15 伸缩节的安装方向应正确。

6.1.5 油管道阀门的检查与安装应符合下列规定：

1 阀门应为钢质明杆阀门，不得采用反向阀门且开关方向有明确标识。

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，不得上锁。

4 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。

5 阀杆盘根宜采用聚四氟乙烯碗形密封垫。

6.1.6 油管内壁必须彻底清扫，不得有焊渣、锈污、纤维和水分，油管清扫封闭后，不得在上面钻孔、气割或焊接，否则应重新清理、检查并封闭。

6.1.7 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；不得使用抽条工艺现场制作变径管。

3 DN25 及以下的三通宜采用机制三通，采用配制三通时应清除焊渣、焊瘤、药皮等杂物。

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。

6.2 电液调节保安装置

6.2.1 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，表面粗糙度值不大于 $\sqrt[1.6]{}$ ，平面度不大于 0.02mm/m，接触面应洁净。

5 固定螺栓应对称均匀紧固，紧固力矩应符合制造厂要求。

6.2.2 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要求；制造厂无要求时，喷嘴挡板式伺

服阀滤芯过滤精度宜小于 $5\mu\text{m}$ ，射流管式宜小于 $10\mu\text{m}$ ，直接驱动型宜小于 $15\mu\text{m}$ 。

6.2.3 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。

6.2.4 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。

6.2.5 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要求，制造厂无要求时，管道应尽量缩短且便于监视和检修。

6.2.6 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。

6.2.7 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，动作行程符合制造厂要求。

6.2.8 调节保安装置的滑阀、蝶阀安装应符合以下规定：

- 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要求；
- 3 阀芯、阀碟的密封面应光洁，接触良好；
- 4 阀芯的行程符合制造厂要求，弹簧在失去作用力后应能可靠复位。

6.2.9 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；

DL 5190.3 — 2012

- 2 飞锤或飞环的最大行程应符合制造厂要求;
- 3 危急遮断器轴端的径向晃度不得超过 0.05mm;
- 4 危急遮断器的动作转速应在出厂前进行试验、调整。

6.2.10 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,动作行程符合图纸要求;

2 挂闸后脱扣杠杆与飞锤或飞环的间隙应符合制造厂要求,制造厂无要求时,宜为 0.8mm~1.2mm。

6.2.11 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。

6.2.12 调节保安装置的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、电接点行程开关的触头位置应符合图纸要求,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。

6.2.13 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，应符合制造厂要求。

6.2.14 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。

6.2.15 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。

6.2.16 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，应配合热工人员调整好发送元件，做到测点位置正确、试验动作数据准确，并将引线可靠引至机外。

6.2.17 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。

6.2.18 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。

6.3 液压调节保安装置

6.3.1 旋转阻尼调速器旋转阻尼部分的安装应符合下列规定：

1 阻尼管应固定牢固，旋转阻尼体与轴应可靠地紧固。

2 油封圈巴氏合金应无脱胎、剥落，螺旋槽的方向应能阻止油流泄漏。油封圈的径向总间隙宜为 0.05mm~0.13mm，轴向间隙宜小于 0.03mm，组装后阻尼体转动应灵活。

3 调节油压的针形阀阀杆应有足够的调节长度。

6.3.2 旋转阻尼调速器放大器的安装应符合下列规定，如图 6.3.2 所示。

- 1 蝶阀阀口、阀座平面应光滑、平整、无划痕；
- 2 杠杆位置的固定应保证蝶阀与阀座同心且波形筒无扭曲；
- 3 杠杆处于水平位置时，上下限位螺母与杠杆的间隙 a 、 b 及蝶阀间隙 c 应符合制造厂的要求并记录，限位螺母应锁紧；
- 4 主辅同步器弹簧的中心应分别与调整螺杆对正，防止弹簧压偏；
- 5 过滤器片应组装正确，刮片式过滤器的滤芯应能用手柄转动。

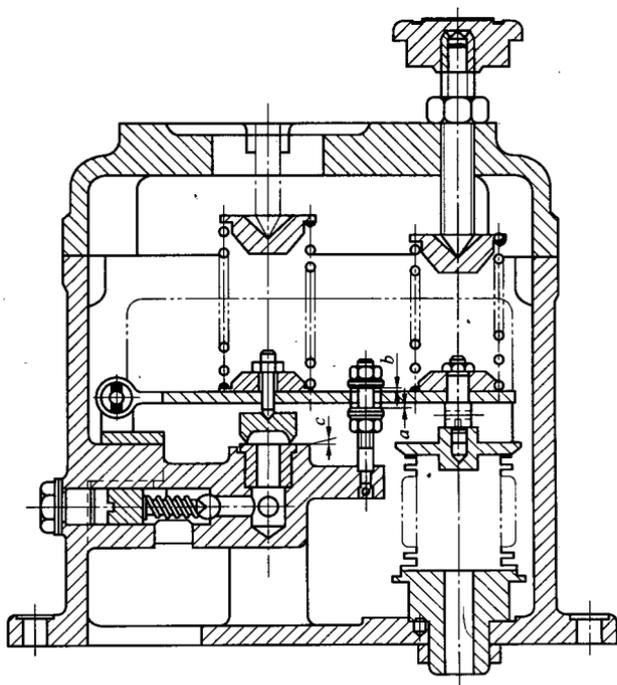


图 6.3.2 放大器示意图

6.3.3 径向钻孔式脉冲泵的安装应符合下列规定，如图 6.3.3 所示。

1 油封环径向间隙应符合图纸要求，中油封环和后油封环径向总间隙 a 宜为 $0.05\text{mm}\sim 0.13\text{mm}$ ，前油封环径向总间隙 b 宜为 $0.04\text{mm}\sim 0.06\text{mm}$ ；

2 泵轮两侧面与泵壳的轴向间隙 c 应相等，宜为 5mm 左右；

3 径向钻孔泵与主油泵的联轴器中心偏差应小于 0.05mm ，导流杆在前油封环外侧处的径向晃动，应小于 0.03mm 。

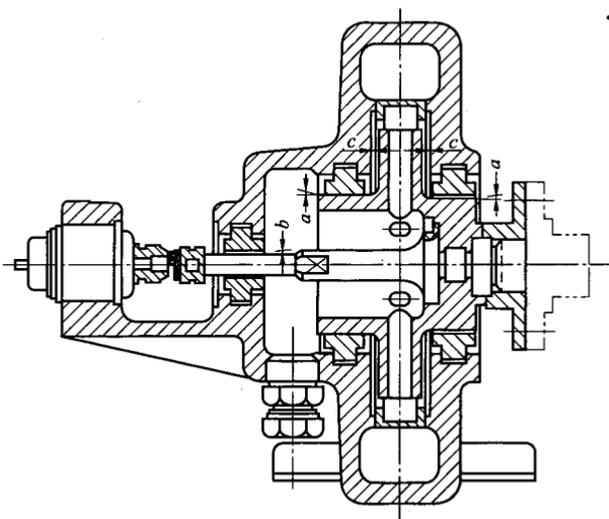


图 6.3.3 径向钻孔泵示意图

6.3.4 弹性调速器安装应符合下列规定，如图 6.3.4 所示。

1 已由制造厂组装并调整好的弹性调速器，现场不作解体，只需测量并记录各部尺寸和间隙，飞锤位置应左右对称，弹簧带与支挡间的距离 K 应符合制造厂要求；

2 弹簧带正对随动滑阀喷嘴的调速块平面应光洁、平整并与喷嘴轴线垂直；

3 检查弹簧座应无松动并锁紧。

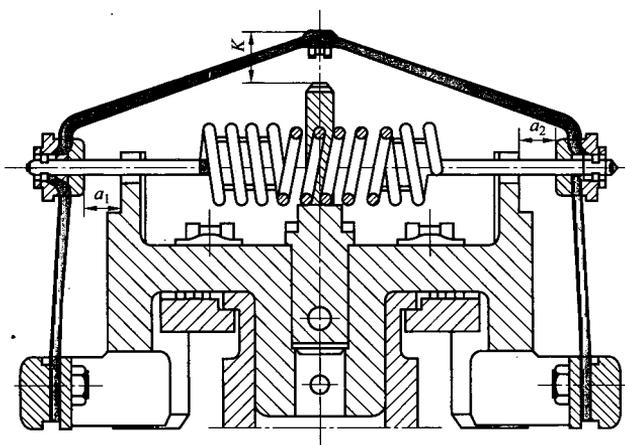


图 6.3.4 弹性调速器示意图

6.3.5 同步器安装应符合下列规定：

- 1 蜗轮组或齿轮组应啮合良好。
- 2 同步器手轮的圈数应符合制造厂的要求，摇动手轮时应转动灵活，螺杆应能均匀、轻便地移动。
- 3 同步器应装有行程指示器，指示应与内部有效行程相吻合。
- 4 离合器弹簧松紧度应调整适当，手动同步器时离合器应能滑动；电动时离合器应无滑动。当同步器位于上下限时应能空转。
- 5 螺杆 T 形接头与调速器滑阀端部的挂钩间隙，不宜超过 0.20mm。

6.3.6 调节机构和保护装置中的各滑阀的安装应符合下列规定：

- 1 滑阀与滑阀套间的径向间隙、滑阀行程与滑阀的重叠度及超速滑阀的窗口尺寸等应与图纸核对符合规定，滑动配合部件应滑动灵活，径向间隙应符合表 6.3.6 的规定；
- 2 随动滑阀喷嘴的端面与弹性调速器调速块的间隙 K ，如图 6.3.4 所示，应符合制造厂出厂记录，并应记入安装记录；

表 6.3.6 滑阀径向间隙

滑阀类型	滑阀直径 mm	径向总间隙 mm
一般滑阀	$\phi 30$	0.06~0.10
	$\phi 40$	0.07~0.12
	$\phi 60$	
	$\phi 70$	
	$\phi 100$	
自动就中滑阀	$\phi 60$	0.20~0.25

3 继动器与继动器壳体间的径向间隙、继动器蝶阀与油动机滑阀顶部的圆周间隙应符合制造厂要求。

6.3.7 活塞式油动机安装应符合下列规定：

- 1 按第 6.1.3 条的规定检查活塞并作记录。
- 2 活塞环应有良好弹性，与筒壁接触良好，接口留有一定间隙。活塞环在活塞槽内的轴向总间隙宜为 0.04mm~0.08mm。有两个以上的活塞环时，活塞环的开口位置应错开 $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 。
- 3 反馈滑槽应平整、光滑，在活塞杆上固定牢固，与滚轮无卡涩。
- 4 使用旋转阻尼的液压调节系统，其继动器上部的静反馈拉簧、动反馈压簧的拉伸、压缩长度和反馈杠杆的支点离继动器中心的距离应符合图纸要求。

5 油动机外壳底部通压力油的结合面应接触良好，在不紧螺栓时用 0.05mm 塞尺检查应无间隙。结合面垫料应符合第 6.1.4 条的规定。

6 按制造厂要求的活塞位置核对油动机就地与远方行程指示器的指示应相吻合。

6.3.8 连杆装置的安装应符合第 6.1.3 条的规定。调整连杆长度时，应保证螺栓拧入螺母至少有 1.5 倍杆径的长度，连杆应无偏斜，连接处应动作灵活、无卡涩，并留有符合制造厂要求的膨胀

间隙。

6.3.9 齿杆传动装置安装应符合下列规定：

1 齿杆与齿轮啮合时，在齿条的全长上齿侧间隙宜为 0.15mm~0.20mm；

2 齿杆背面与导向滚柱之间在全行程应有 0.30mm~0.70mm 间隙；

3 齿杆侧面与齿轮托架之间的间隙，在运行热胀时应确保不发生摩擦；

4 齿杆在全行程活动中牙齿不应脱开，相对应的牙齿应有钢印标记且接触良好；

5 油动机及凸轮轴与齿杆连接后，油动机与凸轮两者指示器的零位应互相对应，凸轮指示器的制动螺钉应紧固。

6.3.10 启动阀除应按第 6.3.6 条的规定检查外，还应确认滑阀处于不同位置时内部油路的接通或切断正确，滑阀行程与指示盘刻度相符。

6.3.11 杠杆蝶阀式调压器安装应符合下列规定：

1 调压器的压力变换器应符合第 6.3.5 条的规定；

2 按第 6.1.3 条和第 6.3.2 条的规定进行检查并符合规定，蝶阀与阀座之间的间隙宜为 0.50mm，固定蝶阀的弹簧片应处于自由状态；

3 杠杆与限制块之间的间隙宜上下各为 0.15mm。

6.3.12 磁力断路油门及电超速保护装置的滑阀必须动作灵活且不松旷，滑阀上的空气孔应畅通，铁芯和滑阀的连接应牢固。

6.3.13 危急遮断器及相关部件的安装规定见第 6.2 节。

6.4 汽门及其传动机构

6.4.1 自动主汽门、单座式调速汽门、中压联合汽门的进汽部分安装应符合下列规定：

1 对合金钢零件应按本部分第 3.1.9 条的规定进行检验。

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。

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，膨胀间隙宜为：

周围各点辐向间隙 1.0mm~1.5mm；

端面轴向间隙 1.5mm~3.0mm。

3 蒸汽室的疏水孔应畅通。

4 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，作涂色检查应有连续接触印迹。

5 汽室紧固螺栓应符合本部分第 4.4.3 条的规定。

6 防止阀座松脱的装置应完好。

7 阀碟、阀座应光洁、无伤痕，阀碟与阀座间用涂色法检查应严密，如图 6.4.1-1 所示。

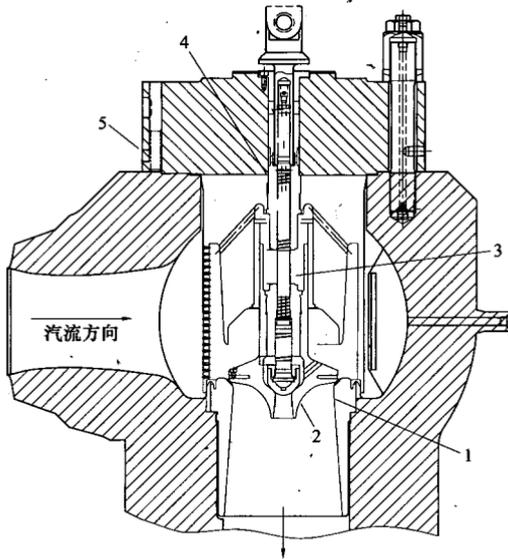


图 6.4.1-1 典型主汽门结构示意图

1—阀座；2—阀碟；3—阀杆；4—阀杆套；5—阀盖

8 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。

9 检查阀杆应无弯曲，阀杆与阀杆套或阻汽圈的各间隙、行程均应符合图纸要求，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。

10 阀体与导向套筒的间隙应符合图纸要求。

11 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 6.4.1-2 所示。

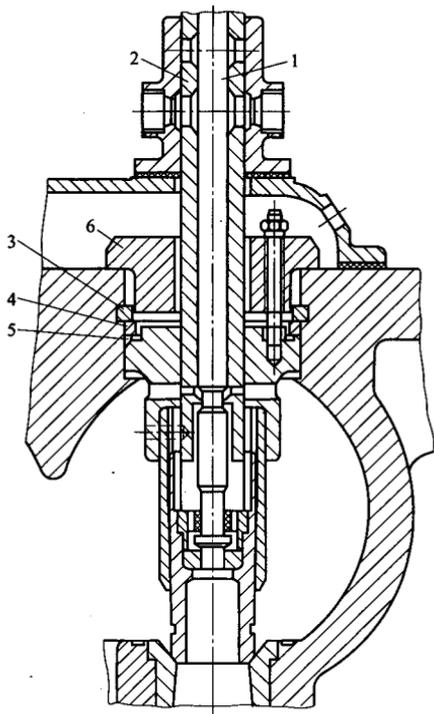


图 6.4.1-2 汽门自密封结构示意图

1—阀杆；2—套筒；3—止动圈；4—压紧圈；5—密封圈；6—小阀盖

- 12 高温高压汽门蒸汽室螺栓应按制造厂要求进行热紧。
- 13 各调速汽门应按图纸的位序安装。
- 14 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 $0.04\text{mm} \sim 0.06\text{mm}$ ，如图 6.4.1-3 所示。

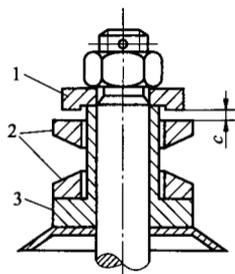


图 6.4.1-3 调速汽门夹紧环间隙示意图

1—压紧垫圈；2—夹紧环；3—衬套

- 15 阀门解体后，各阀杆应防止变形弯曲和损伤。

6.4.2 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 执行机构安装时应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 安装各执行机构时，测量执行机构安装面距活塞杆端部的距离，并调整好垫片的厚度，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。

- 6 操纵座与油动机、阀门安装完毕，安装相应的位移传感

DL 5190.3 — 2012

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。

7 调整行程刻度牌的位置，保证指示正确。

8 安装位移传感器时，铁芯与套筒之间应同心。

6.4.3 提板式调速汽门安装除应符合第 6.1.3 条和第 6.4.1 条的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 每个阀碟的升程和提升杆上滑块的行程，均应符合规定并记录；提升杆上滑块的行程应保证最末一个阀碟能全开。

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的要求，制造厂无要求时，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。

6.4.4 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设计图纸要求，偏差不得超过 10mm；

2 汽门座与框架应接触密实、连接牢固并装好定位销；

3 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；

4 在座架上安装的高压汽阀，其固定方式和膨胀方向等应符合制造厂要求。

6.4.5 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 0.04mm~

0.08mm，联系螺栓垫圈间隙宜为 0.04mm~0.06mm，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 0.05mm~0.20mm 的间隙。

6.4.6 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阀均关闭的情况下，各阀连杆销轴的各部间隙均应符合制造厂要求。

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 180°，以减少不平衡力。

6.4.7 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按本部分第 4.7.4 条的规定进行。

6.5 离心式主油泵

6.5.1 离心式主油泵检查和组装应符合下列规定，如图 6.5.1 所示。

1 泵壳水平结合面应接触严密，紧 1/3 螺栓后用 0.05mm 塞尺检查无间隙。

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 轴颈的径向晃度应小于 0.03mm，叶轮密封处的径向晃度应小于 0.05mm。

5 叶轮密封环和泵轴油封环间隙应符合制造厂要求，密封环与外壳间不宜有紧力，其间隙值不应大于制造厂要求。

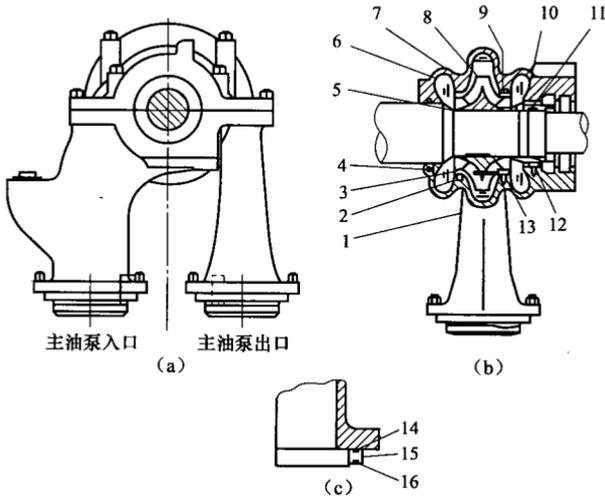


图 6.5.1 典型主油泵结构图

- 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 2mm~3mm；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 轴瓦的检查应符合本部分第 4.5.1 条的有关规定，轴瓦间隙和紧力应符合制造厂要求。

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本部分第 4.6.3 条的有关规定。

6.5.2 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 塞尺检查各结合面均无间隙。

6.5.3 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。

6.5.4 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，不得大于 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规定。

6.6 调节油系统

6.6.1 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。

6.6.2 调节保安系统的低压保安系统油管道安装参照第 6.7 节。

6.6.3 高压抗燃油管道安装除符合第 6.1 节有关规定外，尚应符合下列规定：

1 高压抗燃油管道安装规定。

- 1) 高压抗燃油系统的管道、管件、油箱等应为不锈钢材质。
- 2) 需要法兰连接时应选用对焊法兰。
- 3) 油管法兰的密封面应平整光洁、接触均匀并不得有贯通沟痕。
- 4) 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。
- 5) 抗燃油系统密封圈宜采用氟橡胶材质。
- 6) 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。
- 7) 管道弯头宜采用大曲率半径弯管，不宜采用直角接头。

- 8) 弯管处应光滑, 无皱纹、扭曲、压扁。
- 9) 弯管时应使各弯管半径均等, 弯管两端留有直段。
- 10) 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。
- 11) 不锈钢管道焊接, 应采用氩弧焊。

2 管道布置应遵守的规定。

- 1) 接头不应承载荷重;
- 2) 管道的膨胀补偿应符合第 6.1.4 条的有关规定;
- 3) 管道的布置应方便维修, 其走向应与汽轮机中心线平行或垂直, 避免交叉;
- 4) 管道交汇处应采用加强型三通。

3 高压抗燃油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。

4 抗燃油系统油循环前各组件卸下的节流孔塞、卸荷阀、弹簧及备用的氟橡胶密封圈等, 清理后应做好标记, 放入洁净以封存, 待油质合格后回装。

6.6.4 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图纸要求且完好无损;

2 开箱后的供油装置应采取保护措施, 防止其部件在安装过程中被污染;

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通过。

6.6.5 蓄能器组件安装应符合下列规定:

- 1 蓄能器应经过耐压试验无渗漏、无损伤, 装配前应将各零

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件；

3 高压蓄能器的安装位置应尽可能靠近执行机构。

6.6.6 高压抗燃油系统注油后施工应遵守下列规定：

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皮肤；

4 施工中排泄的抗燃油应妥善存放，集中处理。

6.7 润滑油系统

6.7.1 润滑油系统设备及管道的施工，应符合第 6.1 节及本节有关规定。

6.7.2 润滑油箱安装前应进行检查并符合下列规定：

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。

3 油箱各开孔处应与图纸相符，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 油箱制作完成灌水试验前，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，箱内应擦干并作临时防腐后封闭。

7 油箱内部应彻底清理干净，油漆无起皮或脱落现象。

6.7.3 油箱就位安装时，纵横中心线和标高允许偏差为 10mm，

油箱上安装立式油泵的平面应保持水平。

6.7.4 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 装设在油箱外的油位计的连接管及法兰口的通径不得小于设计尺寸，连接管不得形成空气囊。小油箱的顶面应与油箱盖齐平。

5 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要求。

6.7.5 油箱的事故排油管应接至事故排油坑，系统注油前应安装完毕并确认畅通。

6.7.6 注油器的检查与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图纸要求并作记录；

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。

6.7.7 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；

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。

6.7.8 冷油器的检查和组装除应按第 6.1 节的有关规定进行外，

尚应符合下列规定：

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 6.7.8 的规定。

表 6.7.8 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	
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。

6.7.9 板式冷油器及管束式冷油器的严密性试验应符合下列规定：

1 油侧应进行设计压力 1.25 倍的严密性试验，保持 5min 无渗漏；

2 带有膨胀补偿器的冷油器，试验时应先采取加固措施；

3 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；

4 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。

6.7.10 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图纸要求，偏差不得超过 10mm，壳体应垂直，上下偏差不应超过 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。

6.7.11 滤油器检查与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 滤油器切换阀的阀蝶应严密，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。

6.7.12 卧式电动辅助油泵检查和安装除应符合第 9.1 节～第 9.3 节的有关规定外，还应保证轴密封的严密性。

6.7.13 立式辅助油泵检查与安装应符合下列规定：

- 1 按本部分第 6.1.3 条的有关规定进行检查；
- 2 泵轴弯曲度不得超过 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第 9.2 节的有关规定。

6.7.14 油轮泵的检查 and 安装，除应参照第 6.7.13 条的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 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 油轮泵各部间隙在制造厂无要求时应符合下列数值，如图 6.7.14 所示。

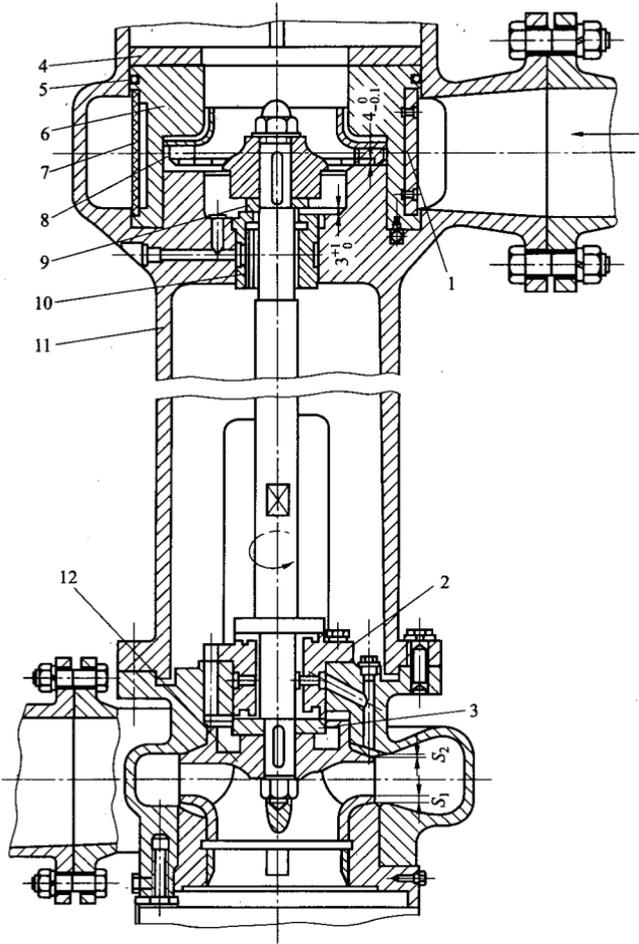


图 6.7.14 油轮泵各部间隙示意图

- 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

油轮：油轮与喷嘴环之间的每侧径向间隙为 $0.65\text{mm} \sim 0.85\text{mm}$ ；油轮与泵体之间的轴向间隙为 $3.9\text{mm} \sim 4.0\text{mm}$ ；油轮轴

上调整垫与轴承端面的轴向间隙为 3.0mm~4.0mm。

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。

轴瓦：径向总间隙为 0.08mm~0.15mm。

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。

6.7.15 顶轴油管的安装除应符合第 6.1 节的规定外，尚应符合下列规定：

- 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表，表前应装有节流阀和单向阀，油压表应经校验合格；
- 7 顶轴油泵体上部的溢油口应直接接至回油容器；
- 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，绝缘电阻不小于 $0.5M\Omega$ ，绝缘接头应有足够的强度。

6.8 氢冷发电机的密封油系统

6.8.1 密封油系统设备和管道的施工应符合第 6.1 节和第 6.7 节的有关规定。

6.8.2 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 $0.15\text{mm} \sim 0.30\text{mm}$ ，但不大于 0.50mm ；齿顶间隙应符合设计要求。

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 $0.15\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ 。

7 油泵外壳与端盖的结合面应接触良好，在紧好全部螺栓的情况下用 0.03mm 塞尺检查无间隙。

8 泵盖与齿轮端部的轴向总间隙为 $0.10\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ ，此间隙可用垫片厚度来调整。

6.8.3 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为 0.10mm 。

6.8.4 离心式密封油泵的检查与安装，应符合本部分第 9.1 节～第 9.3 节的有关规定。

6.8.5 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为 0.10mm 。

6.8.6 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，载丝孔不应穿透壳体。

6.8.7 浮球调节阀的浮球浸油应无渗漏，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。

6.8.8 密封油冷油器油侧的严密性试验，应按第 6.7.9 条的规定进

行。复波伞板式冷油器的检查和安装，应符合本部分第 5.8.3 条的规定，板间应使用耐油垫料。

6.8.9 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。

6.8.10 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。氢侧密封油和空气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。

6.8.11 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。

6.8.12 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。

6.8.13 密封油管的安装除按第 6.1 节和第 6.7 节有关规定执行外，尚应符合下列规定：

1 密封油排油管沿排油方向应有不小于 10/1000 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。

6.9 质量验收应提交的项目文件

6.9.1 汽轮机调节保安装置和油系统安装完毕质量验收时，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 各汽门就位找正记录;

9 抗燃油装置就位记录;

10 各油泵检查、安装记录;

11 各冷油器严密性试验记录;

12 各冷油器安装记录;

13 各油箱安装记录。

6.9.2 汽轮机调节保安装置和油系统安装完毕质量验收时, 应提交下列隐蔽签证:

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。

6.9.3 汽轮机调节保安装置和油系统安装完毕质量验收时, 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。

7 汽轮机本体范围的管道

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于汽轮机本体定型设计范围内的蒸汽、凝结水、空气、汽封、疏水、真空水封、旁路系统管道及附件的施工。

7.1.2 汽轮机本体范围内管道施工和焊接应按本规范第 5 部分“管道及系统”、DL/T 869《火力发电厂焊接技术规程》和 DL/T 1118《核电厂常规岛焊接技术规程》的有关规定执行。

7.1.3 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，复查材质并做好记录。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。

7.2 阀门及特殊部件

7.2.1 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。

7.2.2 汽轮机本体范围内的阀门除应按照本规范第 5 部分“管道及系统”的规定进行检查外，还应对高温紧固件的材质和紧固力矩进行检查并符合制造厂的要求。

7.2.3 带电气及控制元件的阀门，检查及安装工作应由电气、热工与机务安装人员配合进行。

7.2.4 气动或液压式阀门的检查安装，应首先确认气动部分或液压部分动作灵活、正确，气管、液压管及接头等畅通、无阻塞现象。

7.2.5 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、间隙应符合制造厂的要求。

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。

7.2.6 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。

7.2.7 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。

7.2.8 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。

7.3 管道安装

7.3.1 汽轮机本体的管道，在安装前应清理干净，安装中断应采取临时封闭措施，最后封闭应有专人监护并仔细检查，确认

无杂物。

7.3.2 严禁在缸体上施焊或引燃电弧。

7.3.3 无设计的汽轮机本体小口径管道施工应按下列规定进行：

- 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。

7.3.4 与汽缸或其他设备相连接的管道安装应符合下列规定：

- 1 应按照制造厂的工艺规定和本规范第 5 部分“管道及系统”的规定施工；
- 2 管道重量应由支吊架承受，不得使汽缸或其他设备承载，管道及附件应不妨碍设备膨胀；
- 3 导汽管等大口径管道、联合汽门与汽缸的连接应按照汽轮机本体安装规定进行；
- 4 管道冷拉值应符合设计要求，冷拉时不得使汽缸或设备承受外力；
- 5 管道导向定位销、槽应光滑、无毛刺，间隙应符合设计要求；
- 6 与设备连接的管道应在设备定位并紧好地脚螺栓后自然地与设备连接，不得强力对口；
- 7 管道连接或焊接时不得使汽缸或其他设备产生变形或位移；
- 8 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；
- 9 主汽门、中压联合汽门等一次门与汽缸间的管道，连接前

后应严格按本部分第 3.3.9 条的规定执行；

10 汽缸与一次门间的管道焊缝应进行 100% 无损检验。

7.3.5 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。安装时应与热工人员配合进行检查，孔径等几何尺寸和方向应正确，并作记录。

7.3.6 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严禁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，必须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。

7.3.7 U 形疏水管道安装应符合下列规定：

1 U 形疏水管高度应满足两侧压差的要求。

2 埋在地下的 U 形或套管形式的疏水管道，应进行 1.25 倍的设计压力的严密性水压试验，且最低试验压力不得低于 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 埋在地下的管道表面应采取防腐措施。

7.3.8 汽门门杆漏汽系统的安装应符合制造厂的要求，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。

7.3.9 真空密封系统的水封管道安装应符合下列规定：

1 水封水源应取自凝结水或除盐水系统，并应独立；

2 从凝结水泵壳体接出的水封管，水封水源应能切换；

3 水封管的排出管应装监视旋塞。

7.3.10 凝结水泵均压管应接自凝结水泵进口处或靠近水泵的进水管。

7.3.11 汽轮机本体范围内管道安装完毕后,应根据制造厂的要求进行水压试验,试验压力为 1.25 倍的设计压力,维持 5min 无渗漏。

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。

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。对已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。

7.4 质量验收应提交的项目文件

7.4.1 汽轮机本体范围内的管道安装完毕质量验收时,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。

7.4.2 汽轮机本体范围内的管道安装完毕质量验收时,应提交下列隐蔽签证:

- 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。

7.4.3 汽轮机本体范围内的管道安装完毕质量验收时,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。

8 辅 助 设 备

8.1 一 般 规 定

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

8.1.2 辅助设备压力容器的严密性水压试验应按制造厂要求进行，制造厂无明确要求时可按表 8.1.2 进行。

表 8.1.2 严密性水压试验的压力规定 (MPa)

容器名称	压力等级	耐压试验压力	
		液(水)压	气 压
非铸造容器	低压	$1.25p$	$1.2p$
	中压	$1.25p$	$1.15p$
	高压	$1.25p$	—
	超高压	$1.25p$	—

注： p 为容器的工作压力。

在试验压力下维持 10min，然后缓慢降到工作压力，再经过 30min 后，检查焊缝、法兰和胀口无渗漏，容器无残余变形，检查完毕后应缓慢泄压。

8.1.3 除有特殊规定用气压代替水压试验外，不宜采用气压试验。

8.1.4 辅助设备基础交付安装时应符合本规范第 1 部分“土建工程”的有关规定和本部分第 3.2.4 条的规定。

8.1.5 辅助设备就位前应对混凝土基础、垫铁、底座和地脚螺栓进行下列准备工作：

- 1 基础表面应凿毛并清除油污、油漆、杂物；
- 2 放置永久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 二次灌浆的底座部分和地脚螺栓应清理油漆、油垢和浮锈；
- 6 当采用埋置式垫铁和无垫铁安装工艺时，应符合本部分第4.3.4条中第4款~第6款的规定。

8.1.6 基础混凝土二次灌浆，除应符合第1部分“土建工程”的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 垫铁在二次灌浆前侧面应点焊牢固；
- 2 二次灌浆高度应略低于底座上表面；
- 3 二次灌浆后应及时将底座和设备上溅落的混凝土清理干净；
- 4 采用无垫铁安装的设备，二次灌浆混凝土的强度达到70%以上后，方可撤除临时垫铁，撤除后应及时用混凝土填充密实。

8.1.7 辅助设备安装时，其纵横中心线和标高，应符合设计图纸要求。允许偏差为10mm。卧式设备壳体应水平。直立式设备垂直允许偏差为10mm。

8.2 凝 汽 器

8.2.1 凝汽器的冷却管在运输、装卸、拆箱、码放、倒运过程中应轻拿轻放，不得随意堆放、踩踏。在加工、穿管过程中，不得冲击管端。

8.2.2 凝汽器壳体现场组装应按下列规定进行：

- 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，刚度不够时，应加固后吊装，起吊应平稳。
- 3 壳体应垫平、垫实，并能自由组合。

4 管板、隔板应垂直于底板，垂直度允许偏差为 1mm/m。管板标高应一致，平面应平行，板间距离至少应从四角及中央五个点进行检查，各测量点之间的允许偏差及各测量点与设计间距的允许偏差为 20mm。

5 隔板与管板相对应的管孔中心的允许偏差为 3mm，中心找好后按图纸要求调整。

6 壳体表面的弯曲度允许偏差为 3mm/m，全长度的弯曲应小于 20mm。

7 上下部装配时，顶板的弯曲及侧板的错边应小于 10mm。

8 应按焊接规程进行壳体焊接并采取措施防止壳体变形。

9 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。

10 接至凝汽器的各类管道不得使汽水直接冲刷冷却管束，喷水管喷水应雾化良好。

11 组合后的壳体焊缝应做渗油试验，确认无渗漏。

8.2.3 凝汽器壳体组装后，在穿冷却管前应检查下列各项：

1 壳体內的拉筋、导汽板、管件和隔板应按图纸要求进行检查，位置尺寸、焊接情况、锈蚀情况应符合规定，管板、隔板中心应拉钢丝复查；

2 壳体内需要在穿一部分冷却管后才能进行安装的拉筋和隔板，应正确安排工序；

3 壳体及排气短节上的孔洞应预先开好并加装临时堵板；

4 隔板管孔应无毛刺、锈皮，两边有 $1 \times 45^\circ$ 的倒角，管孔数量应与图纸相符，冷却管试穿时应能顺利穿过；

5 管板孔应比冷却管外径大 0.20mm~0.50mm，管孔内壁应光洁，无锈蚀、油垢和纵向沟槽；

6 壳体内部应清扫，顶部应封闭。

8.2.4 冷却管穿胀前应进行检查并符合下列规定：

1 管道表面不应有裂纹、砂眼、腐蚀、凹陷、毛刺等缺陷，

管内应无杂物、无油垢、无堵塞，管道的管径、壁厚在规定范围内。

2 冷却管应具备出厂合格证、物理性能及热处理证件，并应抽查冷却管总数的 5% 进行涡流探伤。抽样方法按批量或存放环境确定。不合格管数量达安装总数的 1% 时，应逐根进行试验。

8.2.5 凝汽器穿冷却管应符合下列规定：

1 管板和各道隔板处应有专人监护，防止冷却管与各隔板及管板冲撞；

2 管端检查应符合第 8.2.4 条第 1 款的规定，管口应清理毛边；

3 穿管应使用导向器，穿管时轻推轻拉，受阻时不得强行穿入。

8.2.6 凝汽器冷却管在正式胀接前应进行试胀，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 按下列公式计算：

$$D_a = D_1 - 2t(1 - a)$$

式中： D_1 ——管板孔直径，mm；

t ——冷却管壁厚，mm；

a ——膨胀系数，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%，但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。

试胀工作合格后方可正式胀管。

8.2.7 凝汽器冷却管胀接工作环境应整洁、干燥，气温宜在 0℃ 以上，在厂外胀管时应搭设工作棚，避免风沙和气温剧变。

8.2.8 凝汽器冷却管胀接应符合下列规定：

1 若壳体组合后经过移位，在穿胀管道前应将壳体重新垫平，并使管板和隔板的管孔中心回复到原始组合的状态。

2 管道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，管板中央个别部位无凸起；管道胀接程序应根据管束分组情况合理安排，以免造成管板变形。

3 正式胀管应先胀出水侧，同时在进水侧设专人监护，防止冷却管从该端旋出。

4 正式胀接工作应按第 8.2.6 条的规定进行。

5 胀接好的管道应露出管板 1mm~3mm，管端平滑无毛刺。

6 如制造厂对翻边无明确规定，宜在进水侧 15° 翻边。

7 冷却管长度不够时，不得用加热或其他方法延伸管道，应更换尺寸足够的管道。

8.2.9 用钛管、钛管板的凝汽器施工，除应符合第 8.2.4 条~第 8.2.8 条有关规定外，尚应符合下列规定：

1 工作现场必须防尘，在水室内工作必须用风机通风。

2 参加钛管施工的人员应经专门培训并经考试合格；钛管焊接应编制专项焊接措施，并按 DL/T 1097《火电厂凝汽器管板焊接技术规程》的规定执行。

3 钛管板及钛管端部在穿管前应使用白布以酒精、丙酮等合适的脱脂溶剂擦拭，除去油污并覆盖。管端的防护包扎物在穿管前不得打开。

4 穿管用导向器及管端施工用具每次使用前应用酒精清洗。

5 施工人员应穿洁净的专用工作服及工作鞋，戴脱脂手套，手套被污染时应及时更换。

6 临胀管前应用酒精清洗管板孔及管端外表部，防止接触面存有油脂。

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，有缺陷时即行更换。

9 管端切齐后应露出管板 0.30mm~0.50mm。

10 切下的钛屑应及时清理，防止着火。

11 钛管胀好后，管口外伸部分应用酒精清洗，并用氩弧焊焊接，焊后应对焊口进行外观检查和渗透检验。

8.2.10 使用不锈钢管和不锈钢管板的凝汽器施工时，除应符合第 8.2.4 条~8.2.8 条有关规定外尚应符合下列规定：

1 按照 GB/T 246《金属管压扁试验方法》进行压扁试验，切取 20mm 长的试样压成椭圆，至短径 $H = \frac{1.09t}{0.09 + t/D}$ 时，试样应无裂纹或其他损坏现象；

2 按照 GB/T 242《金属管扩口试验方法》进行扩口试验，切取 50mm 长的试样，用 30°、45° 或 60° 的车光锥体打入不锈钢管内，外径扩大到原外径 110% 时，试样应无裂纹；

3 胀接好的管道露出管板尺寸应符合制造厂要求，制造厂无要求时宜为 0.20mm~0.30mm。

8.2.11 采用铜或铜合金冷却管时，除应符合第 8.2.4 条~第 8.2.8 条有关规定外，尚应符合下列规定：

1 抽取 1/1000 总数的管道进行 24h 氨薰试验，检查其残余内应力，氨薰试验方法详见 GB/T 10567.2《铜及铜合金加工材残余应力检验方法——氨薰试验法》。氨薰试验前先检查管道内表面，应光滑、无划痕，无残碳膜。第一次抽检不合格时应进行双倍比例抽检，如仍有不合格管道时，该批号管道应全部做整根消除内应力的退火处理，退火蒸汽温度为 300℃~350℃，退火时间宜为 4h~6h。

2 抽取 0.5/1000~1/1000 总数的管道进行下列工艺性能试验：

1) 按照 GB/T 242《金属管扩口试验方法》进行压扁试验，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) 按照 GB/T 242《金属管扩口试验方法》进行扩口试

验，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。

8.2.12 凝汽器组装完毕后，汽侧应进行灌水试验。灌水高度应充满整个冷却管的汽侧空间并高出顶部冷却管 100mm，维持 24h 应无渗漏。已经就位在弹簧支座上的凝汽器，灌水试验前应加临时支撑。灌水试验完成后应及时把水放净。

8.2.13 凝汽器支持弹簧安装应符合下列规定：

1 安装前应对弹簧进行外观和几何尺寸检查，弹簧应无裂纹、不歪斜。对弹簧分别进行压缩试验，试验特性接近的弹簧宜编为一组。

2 弹簧安装应平直无歪斜，弹簧与簧座的四周间隙应均匀。

3 同一支脚下弹簧的压缩量及四周高度的允许偏差为 1mm。

4 凝汽器的底板应放平，支脚和底板间的高度应做到当弹簧座上的调整螺钉完全松开时弹簧连同弹簧座能自由取出；当弹簧压缩到安装值时，弹簧座上的调整螺钉丝扣应有裕量，弹簧座与底板间垫铁的厚度不宜小于 20mm。

5 每个支撑弹簧应做好几个定点标记，并记录其上下对应定点间的自由高度和安装后的高度。

8.2.14 带滚动底座的凝汽器其底座安装应符合本部分第 8.6.3 条的规定。

8.2.15 凝汽器与汽缸间连接的短节、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无渗漏。

8.2.16 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，汽侧灌水应按制造厂要求进行；

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进行最终连接，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 凝汽器与汽缸连接的全过程中，不得改变汽轮机的定位尺寸，并不得给汽缸附加额外应力。

8.2.17 凝汽器与汽缸采用焊接连接时，应符合下列规定：

1 连接工作应在低压汽缸负荷分配合格，汽缸定位后进行；

2 焊接工艺应符合焊接规程的规定，并应制定防止焊接变形的施焊措施，施焊时应用百分表监视汽缸台板四角的变形和位移，当变化大于 0.10mm 时要暂时停止焊接，待恢复原态后再继续施焊；

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

8.2.18 凝汽器采用法兰与汽缸连接时应满足下列规定：

1 有波形伸缩节的法兰，应在法兰的结合面处预留设计要求的冷拉间隙，制造厂无要求时，宜为 2.5mm~3.0mm；法兰四周的间隙应均匀，允许偏差为 0.40mm。

2 法兰密封面的垫料可采用橡胶板，橡胶板表面可涂以汽缸密封涂料。

8.2.19 凝汽器两端水室和管板应按设计要求涂刷防腐层。

8.2.20 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，充水时应将空气放净，水室盖板、人孔门和螺栓等处应无渗漏。

8.2.21 凝汽器在整个安装过程中应有防止杂物落入汽侧的防护措施。最终封闭凝汽器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。

8.2.22 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 1/25 的坡度。

2 玻璃水位计应装设保护罩。

8.2.23 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第 9.3 节的规定；

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 胶球回收网安装应牢固，回收网孔径应保证不漏胶球；

4 检查涡流区死角应焊有弧形衬板，与水室连接的其他管口应有遮盖网，水室盲孔口应加堵板，上下水室隔板与端盖板的密封条应严密无缝隙；

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，管道应装有牢固的支架。

8.3 空 冷 装 置

8.3.1 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，防止产生结构变形及损伤。

8.3.2 空冷构架施工前应进行以下工作：

1 测量和复查空冷构架和有关金属结构主要尺寸、外形尺寸应符合设备图纸要求；

2 检查外观应无锈蚀、无重皮、无裂纹等缺陷；

3 检查焊接、铆接和螺栓连接符合工艺规定；

4 复查合金钢零部件材质符合要求。

8.3.3 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。环境温度低于 -20°C 时不得锤击。

2 校正时的加热温度，碳钢应低于 1000°C ，合金钢应控制在钢材临界点 AC_1 以下。

8.3.4 空冷装置钢架开始安装前，应根据验收记录进行基础复查并符合下列规定：

1 符合 GB 50204《混凝土结构工程施工质量验收规范》的规定和设计要求。

2 复核土建提供的基准点及定位轴线应符合设计要求。

3 空冷支撑结构基础划线偏差限值为：

柱子间距 $\leq 10\text{m}$ $\pm 1\text{mm}$

$> 10\text{m}$ $\pm 2\text{mm}$

柱子相应对角线 $\leq 20\text{m}$ $\pm 5\text{mm}$

$> 20\text{m}$ $\pm 8\text{mm}$

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，其宽度宜为 80mm~120mm，长度宜露出柱脚底板两边 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可根据立柱的设计荷重计算，垫铁单位面积的承压力不得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，应将垫铁各侧面、垫铁与柱脚底板点焊。

8.3.5 支撑钢结构预组合应符合下列规定：

1 组合平台的搭设应满足钢结构组合要求，整体水平偏差宜小于 10mm。

2 钢结构组合时，每道焊缝应预留出 2mm~3mm 的收缩量。

3 应将单榀桁架预起拱 $L/1000$ ，安装定位后螺栓终紧、焊接。

4 核对立柱的各尺寸，并加工焊接坡口；坡口应与立柱中心线垂直。距坡口 15mm 内的油漆或铁锈应清除。

5 高强螺栓穿入方向应一致，穿入时不得强行敲打；构件铰孔时应避免金属屑进入摩擦面，铰孔后应清除孔边毛刺。

6 钢架组合时检查立柱应平行，立柱纵向中心线、对角线和两立柱间的距离应符合设计要求后，方可进行横梁和斜撑的组合及初紧螺栓。

7 每榀桁架经检验合格后方可进行螺栓终紧，吊装前应确认螺栓紧固。

8 空冷钢构架组合件的允许偏差见表 8.3.5。

表 8.3.5 空冷支撑钢构架组合件的允许偏差

序号	检查项目	允许偏差 mm
1	各立柱间距离 ^①	1‰间距，且≤10
2	各立柱间的不平行度	1‰长度，且≤10
3	横梁标高 ^②	≤5
4	横梁间不平行度	1‰长度，且≤5
5	组合件相应对角线	1.5‰长度，且≤15
6	横梁与立柱中心线相对错位	≤5
7	护板框内边与立柱中心线	-5~0
8	平台支撑与立柱、桁架、护板框等的不垂直度	2‰长度
9	平台标高	≤10
10	平台与立柱中心线相对位置	≤10

① 支撑式结构的立柱间距以正公差为宜。

② 支撑空冷上部设备（即如风机与散热器等）的横梁顶部标高偏差应在-5mm~0mm 以内。

8.3.6 支撑钢结构安装应符合下列规定：

1 空冷构架安装找正时，应根据混凝土支撑柱的基准标高点确定各立柱 1m 标高点，立柱标高采用垫铁调整。

2 空冷构架应安装一榀，找正一榀，不得在未找正好的构架上进行下一道工序的安装工作。

3 空冷构架初找正先行点焊固定，经复核符合要求后正式施焊，焊接时应注意焊接顺序并留有焊接收缩量。

4 大件吊装时应确保结构稳定，必要时应加固；大件吊装后应复查立柱倾斜度、主梁挠曲值和各部位的主要尺寸。

5 采用悬吊式结构时，悬挑部分结构的上扬度应符合技术文

件规定，垫板方向应准确，垫板上下应接触良好。

6 用铆钉连接时参照 GB 50204《混凝土结构工程施工质量验收规范》的有关规定执行。

7 承受安装荷载的安装焊缝，定位焊点的数量、厚度和长度应按荷载确定；不承受安装荷载的安装焊缝，定位焊点的总长度应不短于其焊缝长度的 10% 且不得短于 50mm。

8 空冷钢构架安装允许偏差见表 8.3.6。

表 8.3.6 空冷支撑钢架安装允许偏差

序号	项 目	允许偏差
1	柱角中心与基础划线中心	≤5mm
2	立柱标高与设计标高	≤5mm
3	各立柱相互间标高差	≤3mm
4	各立柱间距离	1%间距，且≤10mm
5	立柱垂直度	10mm/m，且≤15mm/m（沿全长）
6	各立柱上、下两平面相应对角线	1.5%长度，且≤15mm
7	横梁标高	5mm
8	横梁水平度	5mm/m
9	护板框或桁架与立柱中心线距离	-5mm~0mm
10	平台标高	≤10mm
11	平台与立柱中心线相对位置	≤10mm

9 有膨胀位移的螺栓连接处应按膨胀方向留有膨胀间隙。

10 平台、扶梯应配合空冷构架同步安装。

11 平台、扶梯、栏杆、立柱和围板等安装应符合设计要求，接头处应光滑。

12 构架找正完毕应按图将柱脚固定在基础上。采用钢筋固定时，钢筋与底板应双面焊接，焊缝长度应为钢筋直径的 6 倍~8 倍。

13 当柱脚采用与钢筋或与预埋铁固定时，二次灌浆宜在空冷大件吊装完毕后进行；当柱脚采用地脚螺栓固定或用螺栓调整

时，二次灌浆可在构架每一单元找正完毕后进行。

14 空冷基础二次灌浆前应检查垫铁、底脚螺栓、基础钢筋安装等工作，确认已完结，底座表面的油污、焊渣和杂物等应清除干净。

15 空冷基础二次灌浆应符合 GB 50204《混凝土结构工程施工质量验收规范》的规定和图纸要求。

8.3.7 支撑钢结构高强螺栓及连接副安装时，设备存放和施工如制造厂无明确要求，则应符合下列规定：

1 高强螺栓连接副应按批号分别存放，不得混放混用，在储存、运输、施工过程中应防止受潮、生锈、沾污和碰伤，并应在同一批次中配套使用。

2 高强螺栓使用前应进行外观检查无缺陷，安装前应抽取适当数量的螺栓连接副做扭矩和轴力特性试验。检查合格后方可使用。

3 高强螺栓连接处的钢板、型钢应平直，板边、孔边应无毛刺，对接头部位的翘曲、变形等应进行校正。

4 安装前应检查构件摩擦面无浮锈、无油漆、无油污，安装高强螺栓时，构件的摩擦面应保持干燥，不得在雨中作业。

5 构件就位时应先用普通螺栓临时连接，每一个节点上穿入的临时安装螺栓的数量不得少于该节点安装孔总数的 $1/3$ 且不少于 2 个；构架总体找正后，再换用高强螺栓。

6 临时螺栓应在高强螺栓充分紧固后方可拆除。

7 拧紧高强螺栓应分两次进行。初拧应紧固至设计预拉力值的 $60\% \sim 80\%$ ，终拧扭矩值应符合设计要求，终拧后螺栓端部应露出螺母，露出长度以 2 个~3 个螺距为宜。

8 每组高强螺栓应从节点中心向边缘按顺序对称紧固。

9 每层高强螺栓终拧后，应用经过标定的扭矩扳手进行扭矩抽样检查。对大六角螺栓，抽查数量为每个节点的 10% 且不少于 1 个；对扭剪型螺栓，抽查数量为该层螺栓的 1% 。

被抽查的螺栓位置应分布均匀，如发现不合格，应加倍检查；如仍不合格，则应全部进行检查。检查结束后应及时涂刷防护油漆。

10 扭剪型高强螺栓的残留尾槽不得用火焰切割。

8.3.8 压型金属板工程应符合 GB 50205《钢结构工程施工质量验收规范》的规定。

8.3.9 风机桥架安装

风机桥架包括桥架本体、栏杆、踏板、格栅板及减速器支承底座等，其组合及安装应符合本部分第 8.3.2 条～第 8.3.6 条的规定。

8.3.10 A 型架安装

A 型架由支腿、拉筋、连接梁及斜拉撑等部件组成，其组合及安装应符合本部分第 8.3.2 条～第 8.3.6 条的规定。

8.3.11 空冷凝汽器风机安装按本部分第 9.7 节的规定执行。

8.3.12 冷凝器管束安装

1 管束安装前应进行下列检查并符合规定：

- 1) 空冷管束外部散热翅片无损伤、无断裂、无脱开；
- 2) 管束平整、无扭曲变形，防腐层完好；
- 4) 管束对角检查无变形；
- 3) 管束通风无堵塞；
- 5) 检查后应采取措施防止杂物进入内部。

2 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不大于 10mm；
- 2) 每列轨道中心偏差不大于 1mm；
- 3) 轨道下面应加装梯形垫铁，散热器两列轨道平面度偏差不大于 2mm；
- 4) 相邻导轨之间应留有 1.5mm 的膨胀间隙；
- 5) 导轨能够满足上部结构自由膨胀的要求。

3 管束安装应符合下列规定：

- 1) 管束卸车时,应水平放置且垫平放稳、轻拿轻放,不得碰伤管束及翅片;
- 2) 应检查管束内部清洁度,并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,配汽管道安装后方可去除临时盖板;
- 5) 顺流管束与上联箱应直接焊接联通,逆流管束在上联箱保持自由膨胀状态。

8.3.13 空冷机组蒸汽排汽、蒸汽分配、空冷凝结水、抽真空、冲洗等安装除执行本规范第 5 部分“管道及系统”的规定外,尚应符合以下规定:

- 1 与汽轮机连接时应避免产生外加应力;
- 2 不锈钢膨胀节内外临时防护盖板在安装完成且验收合格后方可取下,精密部件、固定件应在整个安装工作完成后方可取下保护罩;
- 3 膨胀节与管道应自由连接。

8.3.14 间接空冷凝汽器的安装按本部分第 8.2 节的规定执行。

8.4 抽 气 设 备

8.4.1 射汽抽气器在安装前应进行检查并符合下列规定:

- 1 喷嘴和扩散管的喉部直径应与图纸相符;
- 2 喷嘴和扩散管的内壁应光洁平滑,无损伤;
- 3 多级抽气器的级间隔板不应有渗漏现象,隔板端面应与法兰密封面处于同一平面,如隔板端面有凹陷应予以处理;
- 4 冷却器管束应清洁、无杂物、无堵塞、无损伤、无缺陷,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,应分别按制造厂要求进行严密性试验,铸件、焊缝、胀口、法兰应无渗漏;

- 6 疏水孔应畅通;
- 7 蒸汽入口应有滤网, 其孔眼应小于喷嘴的最小直径;
- 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雨水渗漏措施。

8.4.2 抽气器疏水管安装应符合下列规定:

1 一级疏水采用 U 形管疏入凝汽器时, U 形管高度应符合设计要求, 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疏入凝汽器时, 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最后一级扩散管套的最低点。

8.4.3 射水抽气器安装前应进行检查并符合下列规定:

1 喷嘴和扩散管内壁应光滑、无锈蚀、无损伤。

2 喷嘴应按制造厂设计的尺寸装配, 喷嘴与扩散管间的距离应符合图纸要求, 并作记录; 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, 水流应能全部射入扩散管内。

3 各管段结合面止口间隙应均匀一致, 允许偏差为 0.10mm。

4 空气侧的止回阀动作应灵活、可靠, 灌水试验应严密不漏。

8.4.4 射水抽气器扩散管与排水排汽混合管连接时不得强力对口焊接, 混合管支架应牢固。

8.4.5 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 水槽内的补充水管及溢流管应畅通;

2 射水抽气器排水气的管口应浸入水槽水面超过 250mm;

3 射水泵吸入底阀距水槽底面的高度应超过 0.5m, 并避开排水气管口, 出水口与进水口间应有挡水板, 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。

8.4.6 射水泵、水环式真空泵的检查和安装应符合本部分第 9.2 节和第 9.3 节的规定。

8.5 热 交 换 器

8.5.1 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 装在管束上的特殊加热密封箱或密闭的疏水冷却器，应用压缩空气或水检查其通路，要求通道正确、通畅。
- 3 管束装入壳内时不应卡涩。
- 4 热交换器水侧或汽侧应分别做 1.25 倍的设计压力的严密性试验，铸件、焊缝、胀口、法兰应严密不漏；板式换热器应检查板片外表及中间密封垫无泄漏。
- 5 不进行严密性试验的高低压热交换器，应作外观检查并核查制造厂提供的焊缝检验报告、严密性试验报告、合格证书。
- 6 水室分流通路应符合图纸要求，隔板应无短路。
- 7 水位计应清洁、透明，严密不漏，并装有保护罩。
- 8 合金钢部件应进行光谱检验，合金钢螺栓应按制造厂要求采用加热紧固措施。

8.5.2 自压密封式高低压加热器还应进行下列检查，如图 8.5.2 所示。

- 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，几何尺寸应符合规定；软质非金属垫应质地均匀，材质和尺寸应符合规定。
- 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外观检查应无缺陷，且拼接密合，其材质应符合规定。
- 5 止脱箍应与四合圈吻合。

8.5.3 热交换器的固定支座应牢固、可靠，活动支座应清洁、无杂物。各结合面应平整、光洁并接触良好，支座在热交换器膨胀方向应留有足够的位移量。

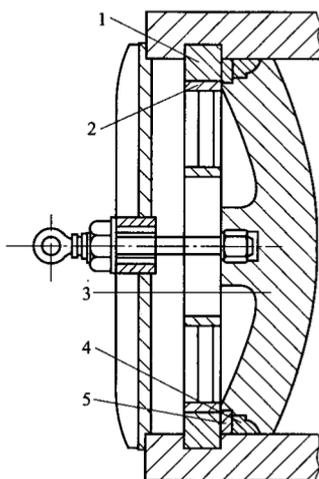


图 8.5.2 自压密封堵头示意图

1—均压四合圈；2—止脱箍；3—密封座；4—密封环；5—垫圈

8.5.4 水位调整器的检查和安装应符合下列规定：

- 1 浮筒严密性检查应无渗漏；
- 2 浮筒在活动范围内应灵活自如、不卡涩；
- 3 单独装设的水位调整器安装标高应符合图纸要求，允许偏差为 10mm；
- 4 水位调整器与电气接点开闭位置配合应正确。

8.5.5 高压加热器满水保护装置的检查和安装应符合下列规定：

- 1 用涂色法检查阀芯与阀座的接触应良好，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接点位置正确；
- 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 安全门应按本规范第 5 部分“管道及系统”的规定进行动作试验。

8.6 箱罐和除氧器

8.6.1 箱罐安装前的检查应符合下列规定：

- 1 箱壁平整，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的弧度应与其支座的弧度吻合。
- 5 卧式箱罐底部沿圆筒内壁的横向加强筋应留有满足排放积液的豁口。

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、透明并设有防护罩。

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 承压容器应按规规定做严密性水压试验；非承压容器应进行 24h 的灌水试验；整体供货的除氧水箱应核查制造厂对焊缝的质检报告。

11 箱罐支座的支承面标高符合图纸要求，表面应平整。

8.6.2 直接置放在基础上的平底箱罐，就位前应进行按上一条规定进行试验，防止渗漏；箱底外部在涂刷防腐层后方可就位安装，箱底应平整并与基础接触密实。

8.6.3 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的表面应光洁、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密实、无间隙；

4 滚动支座安装时，支座滚柱与底座在箱罐膨胀方向应留有

膨胀位置。

8.6.4 箱罐充水前应彻底清除内部锈垢、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签证。

8.6.5 承压容器安全门的检查和安装应符合下列规定：

- 1 按本规范第 5 部分“管道及系统”的规定进行动作试验；
- 2 高压除氧器的安全门应为全启式；
- 3 具备脉冲安全阀的水箱与安全阀应正确连接，并做好脉冲阀与主阀的联动动作试验；
- 4 安全阀排放管应确保无积水。

8.6.6 箱罐附设的梯子、平台、栏杆应符合下列规定：

- 1 焊接应牢固、标高应正确，不得倾斜翘曲；
- 2 紧靠人孔门上方的平台应留有活动盖板；
- 3 内装热介质的相邻两个箱罐上的连通钢平台应留有伸缩缝；
- 4 步道、栏杆及平台孔洞的根部应有挡脚板。

8.6.7 除氧器安装应符合下列规定：

- 1 除氧器的淋水板应清理干净，孔眼应无堵塞、无铁屑，淋水板安装时用水平仪测量应水平，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 除氧器内部应清理检查，除净杂物；
- 4 喷水嘴应逐个检查、清理，喷头焊接位置应符合规定；
- 5 除氧器及水箱安装完毕，壳体的孔洞应加临时堵板严密封闭。

8.6.8 除氧器与给水箱对接焊口的施焊工艺及焊缝检验应按 DL/T 869《火力发电厂焊接技术规程》或 DL/T 1118《核电厂常规岛焊接技术规程》的规定进行。

8.6.9 内置式除氧器外观检查及安装试验等工作按本部分第 8.6.1 条～第 8.6.8 条的规定进行；内部配置的盘式碟型喷雾嘴安装前，凝结水系统管道应冲洗干净。除氧器内部应清理干净，连

接螺栓应按制造厂要求锁紧。

8.7 减温减压装置

8.7.1 本节适用于单独运行的或与调整抽汽、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。

8.7.2 减温减压装置及其管件和阀门的检查与安装应按本规范第 5 部分“管道及系统”的规定执行，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。

8.7.3 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可靠、灵活，支座的承力面应光洁、平整。

8.7.4 排汽管、疏水管的系统连接应符合图纸要求，安装路线不应妨碍设备的拆卸并不应敷设在人行通道或靠近电气设施的位置。

8.7.5 减温减压装置安装完毕后应进行严密性试验，试验可与管道一起进行。

8.7.6 安全门安装前应按第 8.6.5 条的规定进行检查试验。

8.7.7 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。

8.7.8 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 内部应清理干净、无锈皮、无杂物；
- 3 喷水管及其孔眼应畅通、无堵塞。

8.8 质量验收应提交的项目文件

8.8.1 辅助设备安装完毕质量验收时，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。

8.8.2 辅助设备安装完毕质量验收时, 应提交下列隐蔽签证:

- 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 除氧器封闭签证;
- 10 热交换器水压试验签证;
- 11 箱罐封装签证;
- 12 旁路设备、减温减压装置封闭签证。

8.8.3 辅助设备安装完毕质量验收时，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特性检测报告；
- 3 合金钢部件材质复查报告；
- 4 现场焊缝检测报告；
- 5 安全门检测报告。

9 附 属 机 械

9.1 一 般 规 定

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

9.1.2 附属机械的壳体上应有表明转动方向的标识。

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

9.2 附 属 机 械 安 装

9.2.1 本节为汽轮机附属机械安装工作中应遵守的通用性规定。

9.2.2 交付安装的混凝土基础应符合本部分第 3.2.4 条的有关规定。基础尺寸、中心线、标高、地脚螺栓孔和预埋铁件位置等应与设计图纸相符,其质量应符合本规范第 1 部分“土建工程”的相关规定。

9.2.3 附属机械就位前应对混凝土基础进行处理并达到下列规定:

1 与二次灌浆混凝土接触的表面应凿出毛面、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,垫铁放上后无翘动现象,采用埋置垫铁安装工艺时,应符合本部分第 4.3.4 条第 4 款的规定;

3 地脚螺栓孔内应清洁、无杂物、无油垢。

9.2.4 配制垫铁应满足下列规定:

1 垫铁材料可以采用钢板或铸铁;

- 2 垫铁表面应平整、无翘曲、无毛刺；
- 3 垫铁的坡度宜为 1:10~1:25，薄边厚度应大于 5mm。

9.2.5 垫铁安装应满足下列规定：

1 垫铁应安放在地脚螺栓的两侧和底座承力处，大型附属机械底座内、外侧应各放一组。因底座结构特殊无法在地脚螺栓两侧布置垫铁时，可在地脚螺栓孔浇灌后在浇灌层上布置垫铁。底座在地脚螺栓拧紧后不得变形。

2 每叠垫铁不宜超过 3 块，特殊情况下个别允许达 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 0.3kg~0.5kg 手锤轻敲，应无松动，调整结束后应在垫铁侧面点焊牢固。

5 底座与基础表面的距离应大于 50mm。

6 底座埋入二次灌浆混凝土的部位，应将浮锈、油污及油漆清除干净。

9.2.6 安装地脚螺栓时应符合下列规定：

1 地脚螺栓上的油脂、污垢应清理干净；

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 地脚螺栓的螺母与垫圈、垫圈与底座应接触良好，并采取防松措施；

5 地脚螺栓终拧后螺栓端部宜露出螺母 2 个~3 个螺距。

9.2.7 采用无垫铁安装工艺的附属机械安装时应满足下列规定：

1 临时垫铁或小千斤顶应安放稳固并便于拆除。

2 设备的纵横中心线、标高、水平调整好后，地脚螺栓应适当固定，避免二次灌浆时被移位。

3 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 70%后方可拆除临时支垫物。

9.2.8 底座带有调整螺钉的附属机械安装时应符合下列规定，如

图 9.2.8 所示。

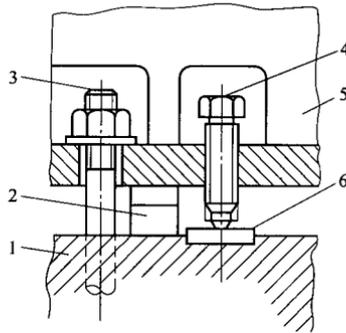


图 9.2.8 调整螺钉示意图

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

1 不作为永久性支撑的调整螺钉，找平、找正后，在设备的底座下部应用垫铁垫实，然后再把调整螺钉松开；

2 调整螺钉支承板的厚度，约为螺钉的直径，支承板的面积不小于 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ ；

3 支承板应安放平稳并与基础混凝土表面接触密实；

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 70% 后方可紧固地脚螺栓，紧固时应监视底座水平无变化。

9.2.9 附属机械安装时，纵、横中心线及标高应符合设计图纸要求，允许偏差为 10mm ；在设备的水平结合面或底座的加工面上用水平仪测量应保持水平。最终定位后，可在设备中心线两侧的支脚上配装定位销。

9.2.10 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、无气孔等缺陷。

2 冷却水室应经过 1.25 倍设计压力的严密性试验，保持 5min；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，油室与水室不得互相串通。

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。

9.2.11 大型附属机械的落地式轴承座的检查和安装应按本部分第 4.4.10 条和第 4.4.11 条的规定执行。

9.2.12 滑动轴承的检查和安装，除按本部分第 4.5 节各项规定执行外尚应符合下列规定：

1 带有油环的滑动轴承，其油环应光洁、无缺陷，接头应牢固，随轴转动灵活、无卡涩。

2 当轴颈直径小于 100mm 时，轴瓦顶部间隙，宜为轴径的 $2/1000$ ，且大于 0.10mm；轴瓦每侧间隙为轴径的 $1/1000$ ，且大于 0.06mm。测量时塞尺塞进阻油边的深度为 10mm~15mm。

3 下瓦两侧应有油楔。

4 轴承盖对轴瓦的紧力宜为 0.03mm~0.05mm，球面瓦为 -0.03mm~+0.03mm。

9.2.13 滚动轴承经检查应清洁、无损伤，工作面应光滑无裂纹、蚀坑和锈污，滚体和内圈接触应良好，与外圈配合应转动灵活、无卡涩，但不松旷；推力轴承的紧圈与活圈应相互平行并与轴线垂直。

9.2.14 滚动轴承的组装应符合下列规定：

1 承受径向和轴向负荷的滚动轴承与轴承座端盖间的轴向间隙，宜为 0.20mm，如系两个滚动轴承而又不紧靠在一起时，轴向间隙可适当放大。

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

DL 5190.3 — 2012

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。

9.2.15 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。

9.2.16 轴承使用的润滑剂应符合制造厂的要求，制造厂无要求时，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 油脂应有性能检验合格证件并符合使用规定；
- 3 深沟球轴承的润滑只能用润滑油，不得用润滑脂。

9.2.17 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 $1/6 \sim 1/4$ 浸入油内为适度；

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，加油量约为油室空间容积的 $1/3 \sim 1/2$ 。

9.2.18 轴承的梳齿型油挡间隙宜为 $0.05\text{mm} \sim 0.15\text{mm}$ ，下侧较小，上侧较大；使用毡垫作为油挡时，应选用质地柔软密实的材料，应与轴严密接触；下油挡底部应有足够断面的疏油孔通到轴承室。

9.2.19 轴承冷却水管安装应符合下列规定：

1 水管及管件的內径不得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，回水出口不应正对漏斗中心，漏斗內应有滤网；

3 回水母管管径应能满足最大回水量，有足够的坡度，并不得与其他压力管道连接。

9.2.20 联轴器与轴的装配应符合下列规定：

1 装配前应分别测量轴端外径及联轴器的内径,轴头设计有锥度时应测量其锥度并应涂色检查配合程度,接触应良好;

2 组装时应注意制造厂的钢印标记,宜采用紧压法或热装法,不得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的径向晃度和端面瓢偏应小于 0.05mm。

9.2.21 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之矢量和。

9.2.22 联轴器找中心应符合下列规定:

1 两联轴器中心的允许偏差应符合表 9.2.22 的规定;

2 根据设备支座的材料、结构形式和介质温度及制造厂技术文件的要求,联轴器找中心应考虑在常温下预留其运行升温时中心变化的补偿值;

3 联轴器中心调好后应作记录,并在设备二次灌浆和有关设备管道正式连接后复查。

表 9.2.22 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

9.2.23 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。

9.2.24 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 $0.20\text{mm} \sim 0.40\text{mm}$ ，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住，另一侧应有 $0.50\text{mm} \sim 1.00\text{mm}$ 的间隙。

9.2.25 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，橡皮杆直径应较孔径大 $0.20\text{mm} \sim 0.30\text{mm}$ ，防止橡皮杆脱落的装置应锁紧，如图 9.2.25 所示。

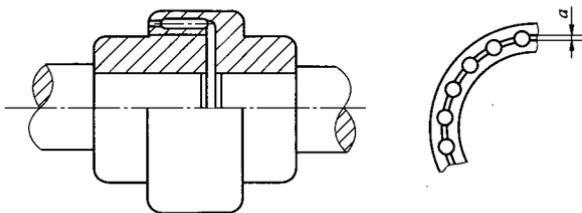


图 9.2.25 橡皮杆联轴器连接示意图

9.2.26 二次灌浆前应进行下列检查并符合规定：

- 1 附属机械找好水平和中心并最后固定；
- 2 基础垫铁安装完好并点焊牢固；
- 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。

9.2.27 基础混凝土二次灌浆和养护，除应按本部分第 8.1.6 条的规定进行外，还应满足下列规定：

1 二次灌浆时对地脚螺栓四周及底座结构的空隙应捣固严实且不得触动垫铁。

2 底座内侧孔洞的混凝土应比底座表面高，并不得有凹坑；底座外侧的混凝土应比底座底板表面低，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，待其混凝土强度达到设计强度的 70% 后，才能紧固地脚螺栓。

9.2.28 汽轮机组附属机械与管道连接除应符合第 7.3.4 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 设备的进、出口及管道内部，应进行清理检查，确认清洁、无杂物；

2 对口连接时，应防止杂物落入接口内，连接工作应连续完成，如需中断时，应按本部分第 3.3.9 条处理；

3 管道冷拉不得使设备承受额外的作用力和力矩，调整管道支吊架时应防止将设备悬起或产生位移。

9.3 一般离心泵

9.3.1 离心泵安装前解体检查时，应检查下列各项并符合规定：

1 铸件应无残留的铸砂、重皮、气孔、裂纹等缺陷；

2 各部件组合面应无毛刺、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要求，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、轴承等互相配合的精加工面应无缺陷和损伤，配合应符合图纸要求；

7 泵轮组装时泵轴和各配合件的配装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 9.3.1 的规定；

9 泵轴径向晃度应小于 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 9.3.1 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

9.3.2 泵体组装应符合下列规定：

1 叶轮旋转方向应与壳体上的标识一致，固定叶轮锁母的锁紧装置应锁好。

2 离心泵的密封环与泵壳间应有 0.00mm~0.03mm 的径向间隙，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每侧径向间隙应符合表 9.3.2 的规定，但不得小于轴瓦顶部间隙且应四周均匀；排污泵和循环水泵可采用比上述规定稍大的间隙值。

表 9.3.2 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，应保证各部件规

定的紧力值；用于垂直结合面的涂料、垫料的厚度，应保证各部件规定的轴向间隙值，结合面安装好定位销后螺栓应均匀紧固。

7 使用平衡盘的离心泵，其平衡盘的检查与安装应按给水泵的规定进行。

8 装配好的水泵，未加密封填料时转子转动应灵活，不得有偏重、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。

9.3.3 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。

9.3.4 机械密封的轴封装置，如图 9.3.4 所示，安装应符合下列规定：

1 动环和静环表面应光洁，粗糙度值在 $\sqrt[1.6]{}$ 以下，非金属材料表面粗糙度相当于 $\sqrt[1.6]{}$ ，施工中应不得有任何划伤；

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，如不符合规定应进行修正；

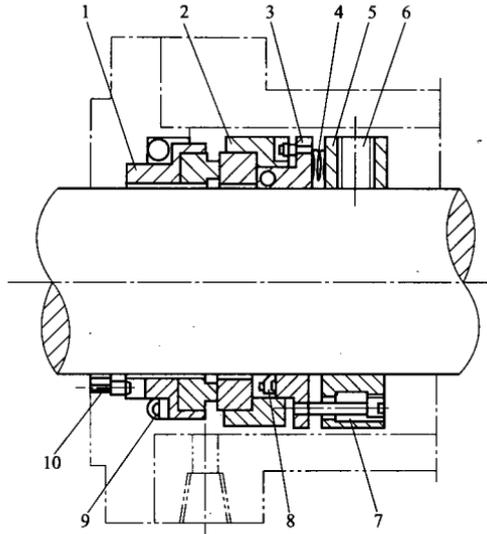


图 9.3.4 机械密封示意图

- 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

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 $5/1000$ ，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二硫化钼干粉，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要求，如无规定时，宜小于 0.10mm 。

9.3.5 浮动环密封装置，如图 9.3.5 所示，安装应符合下列规定：

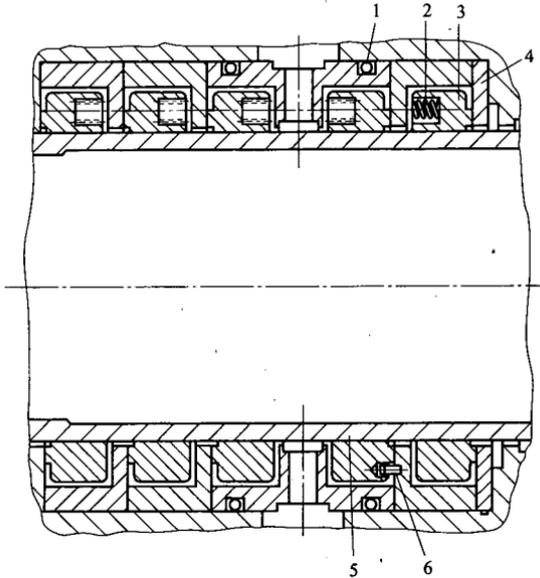


图 9.3.5 浮动环密封示意图

1—O形密封圈；2—弹簧；3—浮动环；4—挡环；5—轴套；6—销子

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，粗糙度值应均在 $\nabla_{12.5}$ 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 0.15mm~0.25mm；

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，制造厂无要求时，宜小于 0.15mm。

9.3.6 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。

9.4 给水泵及其配套装置

9.4.1 锅炉给水泵和其他类型的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，除应符合本章第 1 节~3 节的各项规定外，尚应执行本节的有关规定。

9.4.2 多级离心泵解体时应作下列各项检查并作记录：

- 1 轴封装置各部分配合间隙及盘根数量；
- 2 主油泵各部件的配合间隙；
- 3 拆下主油泵或推力瓦后，应在 0° 和 180° 两个方位测量工作轴窜，其结果应基本一致，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 出入口端盖之间的总距离。

9.4.3 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，施工中应避免碰撞结合面。
- 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 相邻中段定心止口的配合间隙，宜为 $0.00\text{mm}\sim 0.05\text{mm}$ ；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 $0.00\text{mm}\sim 0.03\text{mm}$ ；装好后应加装骑缝螺丝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 $0.03\text{mm}\sim 0.05\text{mm}$ 。
- 6 导叶衬套处动静配合的径向总间隙，宜为 $0.40\text{mm}\sim 0.60\text{mm}$ ，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 $0.45\text{mm}\sim 0.65\text{mm}$ 。
- 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 $0.40\text{mm}\sim 0.60\text{mm}$ 。

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。

9.4.4 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小于 0.02mm；
- 2 轴的径向晃动应小于 0.03mm，轴的弯曲度应小于 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，热套装的紧力应符合制造厂要求；
- 4 总装前应进行转子的预组装，校核各级叶轮出口流动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动应小于 0.05mm，套装在轴上的各部件轴向应无间隙；
- 6 平衡盘的端面瓢偏应小于 0.02mm，表面光洁；
- 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径向间隙单侧宜为 0.25mm~0.35mm。

9.4.5 采用填料密封的轴封装置，除满足第 9.3.3 条各项规定外，尚应符合下列规定：

- 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。

9.4.6 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氧化剂。
- 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 $0.00\text{mm}\sim 0.50\text{mm}$ 。

6 测量组装后的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本部分第 4.5.8 条和第 4.5.9 条的规定。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的要求。

9.4.7 给水泵强制油循环系统的设备和管件的检查及安装，除按本部分 6.1 节的各有关规定执行外，尚应符合下列规定并作记录：

1 主油泵星形轮与轴的总间隙宜为 $0.06\text{mm}\sim 0.10\text{mm}$ ；

2 星形轮与壳体的径向总间隙宜为 $0.5\text{mm}\sim 0.7\text{mm}$ ；

3 星形轮和出入侧板的轴向间隙，每侧宜为 $0.06\text{mm}\sim 0.10\text{mm}$ ；

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 各轴瓦进油孔板的直径应测量。

9.4.8 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应符合图纸要求，并作记录；

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。

9.4.9 泵的测速装置、轴向位移测量装置、轴向推力监测装置等在安装前应经校验合格，动作应灵活、准确，安装应牢固，位置

和间隙应符合要求。

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

- 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袖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。

9.4.11 液力耦合器与电动机及给水泵的联轴器找中心，应考虑运行中各设备部件热态膨胀引起的中心变化及主动齿轮与从动齿轮受力方向不同引起的上抬值，按制造厂的要求预留相应的校正值。

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

- 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第 9.2.22 条的规定；
- 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。

9.4.13 带底座的快装式驱动汽轮机，安装前可不作解体检查，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，吊装时静止部件不得变形；
- 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图纸的要求；

3 调整给水泵底座的垫铁找汽轮机联轴器中心；

4 清理支持和推力轴承并按图纸要求调整轴承间隙，推力瓦间隙允许偏差应符合制造厂要求；检查前后轴承箱挡油环径向间隙应符合图纸要求。

9.4.14 给水泵汽轮机的提板式调节汽门应按本部分第 6.4.3 条的规定进行安装。

9.4.15 汽动给水泵的汽轮机和主汽门的检查与安装，应按本部分第 4 章和第 6 章的有关规定进行。

9.5 立 式 泵

9.5.1 本节适用于立式离心泵、轴流泵和混流泵的施工及验收，混流泵根据其结构形式的不同，按类似的立式离心泵或轴流泵的规定执行。本节不包括深井泵和立式潜水泵。

9.5.2 立式泵安装前，土建工程除应符合第 9.2.2 条～第 9.2.7 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 进水侧水槽或流道的混凝土表面，经外观检查无蜂窝、无孔洞、无露筋、无裂纹等缺陷；

2 泵基础的中心线与进出口水管接口构筑物的中心线的允许偏差为 10mm；

3 电动机与水泵分层安装的泵组，各层标高的相对偏差，应在 10mm 以内；

4 测量各层开孔中心，偏差应在 5mm 以内，楼面开孔的尺寸应大于出水弯管的断面尺寸；

5 大型立式泵基础应无不均匀沉降。

9.5.3 水泵固定部分，包括各型立式泵的底座、中间节、进水锥管、叶轮外壳、导叶体等的检查应符合下列规定，如图 9.5.3 所示：

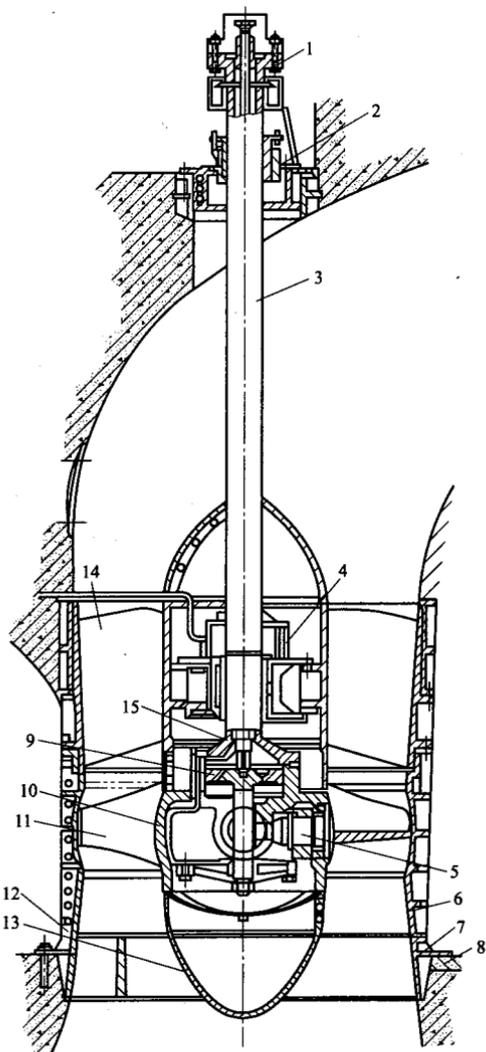


图 9.5.3 大型立式轴流泵示意图

- 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—调平千斤；9—油动；10—叶轮；11—叶片；12—填料圈；
13—导水锥；14—导叶体；15—油管

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、无变形等缺陷；

2 分成两半的外壳结合面及各节法兰或止口，吊装前应进行立式组合，应相吻合并接触良好。

9.5.4 立式泵固定部分安装应符合下列规定：

1 底座安装的位置应符合设计要求，允许偏差为：

标高	±5mm
中心	±3mm
端面水平度	0.05mm/m

底座与垫铁、垫铁与基础应接触良好。

2 底座定位，地脚螺栓混凝土强度达 70% 后，方可紧固地脚螺栓；经复查底座水平无变化，然后浇筑二次混凝土。

3 带接长轴的立式泵安装时，应吊钢丝线锤作为基准，测量主轴密封、导轴承及底座法兰三处中心相互偏差在 0.20mm 以内。

4 各节结合面应接触严密，用 0.05mm 塞尺检查无间隙，局部间隙应控制在 0.10mm 以内。

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，法兰结合面宜采用硅酮密封胶作密封涂料。

6 大型轴流泵固定部分的安装尚应注意：

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

2) 导叶体与上节泵座正式连接后，应复查其水平、标高及垂直中心，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以夹具拉紧，防止变形。

9.5.5 立式离心泵转子部件的检查与组装，除应按第 9.3 节和第 9.4 节一般离心泵的规定执行外，尚应符合下列规定：

- 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 $1/1000 \sim 1.5/1000$ ，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，径向间隙单侧宜为 $0.25\text{mm} \sim 0.35\text{mm}$ ，平衡套与壳体应紧密配合、无松动，如图 9.5.5 所示；

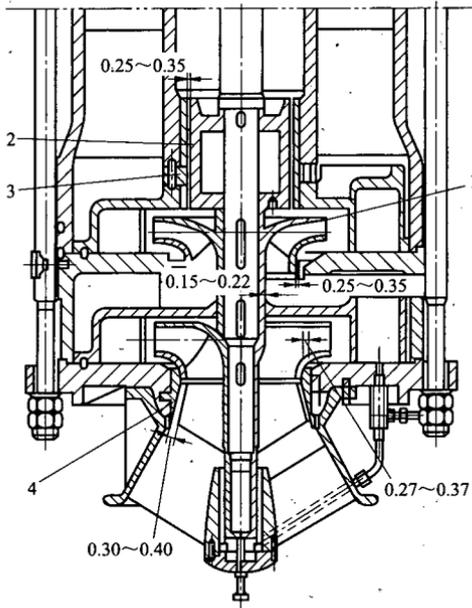


图 9.5.5 立式多级离心泵示意图

1—叶轮；2—平衡鼓；3—平衡套筒；4—诱导轮密封圈

- 4 水泵主轴联轴器法兰平面坡度允许误差为 0.05mm/m 。

9.5.6 立式轴流泵调节式转子部件的检查和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应接触良好并有 0.10mm~0.15mm 的间隙, 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, 枢轴在轴套内应能转动灵活;

5 固定叶片的环键在键槽中应为过渡配合, 松紧适度;

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

7 用螺栓压紧垫圈, 应均匀、缓慢进行, 不得紧偏;

8 全调节式的叶轮部件在组装时应按规定进行密封装置的严密性试验, 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、9 两款可用压缩空气进行试验;

11 叶轮在正式安装前应与壳体进行试装配, 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好后, 在螺孔处应浇铸铅、环氧树脂或其他能固化的防水填料。

9.5.7 立式轴流泵主轴安装前应检查下列各项并符合规定:

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, 平放情况下, 检查下列各项并作记录:

主轴弯曲度	<0.10mm
轴颈处径向晃度	<0.06mm
联轴器端面瓢偏	<0.04mm
联轴器径向晃度	<0.04mm

在轴的最大弯曲点作出印记，供测摆度时参考。

3 导轴承与主轴轴颈的接触及间隙应符合制造厂要求，橡胶轴承不得止接触油脂。

4 全调节式的轴流泵主轴内部及油管应清理干净，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。

9.5.8 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，不得使泵轮直接压在底盖上，防止压裂。

2 主轴与转子体正式安装前，应实测联轴器的高程和泵轮的位置并与制造厂记录核对。

3 主轴与泵轮连接的各结合面应严密，用 0.05mm 塞尺检查应全周无间隙，最终连接时结合面应加符合规定的防水涂料，螺栓紧力应均匀，螺母应点焊牢固。

4 以联轴器法兰平面水平为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的要求。

6 泵轮在壳体内的轴向中心实际位置值，应与壳体中心印记相对泵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再加 2mm~6mm，避免调整时电动机定子与主轴碰擦。

9.5.9 电动机直接坐落在泵体上的立式泵，其检查与安装应按第 9.4.12 条的规定进行。

9.5.10 大型立式泵单独装在机架上的电动机,安装前应进行下列检查:

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无渗漏。

2 电动机联轴器的端面瓢偏应小于 0.04mm,与水泵联轴器的端面瓢偏应高低配合。

3 电动机的电气部分经电气人员检查,接触电阻和绝缘电阻等均应符合规定。

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、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。

9.5.11 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,允许偏差为 1mm;与水泵底座中心允许偏差为 1.5mm;机架水平允许偏差为 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 塞尺检查应无间隙,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 塞尺检查应无间隙,并用定位销固定。

9.5.12 大型立式电动机转子吊装前的检查,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规定。

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 装好水泵主轴、导轴承及密封环。

4 制动器及管道安装后，经 1.25 倍的设计压力的油压试验，持续 30min，其压力应不低于工作压力；制动器就位后其顶面的最大行程应比转子底面制动板设计标高高高 10mm 以上，但最大顶起高度应小于水泵转子体与上叶圈的间隙。

9.5.13 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%。

9.5.14 大型立式电动机轴承在安装前应进行下列检查并符合规定，如图 9.5.14 所示。

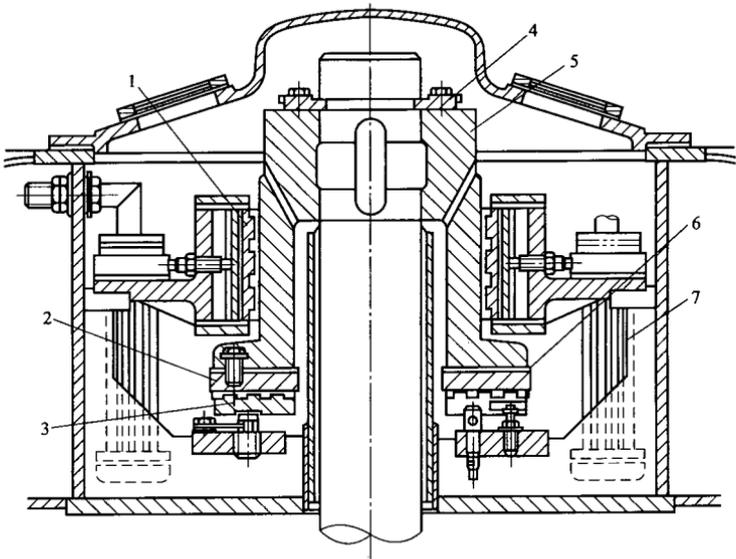


图 9.5.14 电动机推力轴承示意图

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,油槽经渗油试验,应保持 4h 无渗漏;

2 推力轴承的推力盘应光洁平整、无损伤;

3 推力瓦与推力盘进行涂色检查应接触均匀,每平方米接触 2 点~3 点的面积应达 70%,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本部分第 5.1.11 条的规定;

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,推力座底面与上架结合面应无间隙;

7 推力头、卡环与轴的配合尺寸应符合图纸要求,推力头键与键槽配合应正确。

9.5.15 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,水平允许偏差为 0.02mm/m ;高程应比设计标高高出机架荷重下的挠度值。

2 推力头的套装工作应按制造厂要求进行。

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 盘车测量转子摆度时,推力瓦面应加润滑油脂,泵组试运前应将盘车时涂抹的润滑油脂清理干净。

5 水泵转子中心定位后,推力盘水平情况下应调整推力瓦,使各支持螺栓受力均匀,调整时以靠在推力盘上的百分表指针刚刚开始移动为宜,并监视主轴不得有位移,每块瓦调好后应随即锁紧。

6 最后盘车,复查推力头水平、泵轮与壳体的间隙、定子与转子的空气间隙应符合制造厂要求并作记录。

7 推力轴承注油后顶起转子,测量绝缘电阻值应符合规定,

宜大于 $0.3M\Omega$ 。

9.5.16 大型立式泵与电动机中心调整应符合下列规定：

1 将水泵与电动机联轴器连接后测量整体摆度，如偏差超过规定，应先单独调整电动机摆度，再连接水泵进行调整。

2 调整中心时回转部分与固定部分应无碰擦，并在水泵叶轮与外壳间隙、电动机转子与定子空气间隙合格情况下进行。

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 塞尺检查应无间隙。

4 将上导轴承单侧间隙临时调至 0.05mm 左右，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三处，各装水平方向互成 90° 、上下方位一致的百分表两块，盘车测量，各部分晃度不得超过表 9.5.16 的规定。

表 9.5.16 转子摆度允许偏差值 (mm)

	轴名称	测量部位	晃度允许值			
			轴的转速 r/min			
			100 以下	100~ 250	250~ 375	375~ 600
相对 摆度	电动机轴 水泵轴	联轴器处	0.03	0.03	0.02	0.02
		水泵导轴承处	0.05	0.05	0.04	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 轴中心摆度不合格时应对推力盘的绝缘垫板或联轴器结合面进行调整或修刮直至符合规定。

7 允许加调整垫片的固定式联轴器中心调整应按本部分第

4.6.8 条的方法进行，允许偏差为 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。

8 联轴器法兰定位销应进行同铰，最后锁紧联轴器螺栓。

9.5.17 大型立式泵导轴承安装应符合下列规定：

1 导轴承安装宜按第 9.2.10~9.2.13 条的有关规定进行；

2 轴瓦托盘与轴瓦座应垂直，其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保持在 0.50mm 左右，不合格时允许加垫片调整，其垫片外环部分应包含通过固定螺栓的螺孔；

4 导轴瓦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，制造厂无要求时，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，各个轴瓦块间隙调整时，转子处于自由状态，并在推力头处水平位置互成 90° 的地方装两块百分表监视，不得有变化，调整值根据轴中心线实际位置与转子轴的摆度方位对称进行，综合确定；

5 导轴承与轴颈上下间隙不等时可调整外套补偿；

6 导轴承间隙调整符合规定后应将调整螺栓锁紧，有关附件应装齐。

9.5.18 全调节式轴流泵的液压调节系统及油系统各部套的检查与安装应按本部分第 6 章的有关规定执行，并符合下列规定：

1 配油器底座的上法兰面水平度允许偏差值为 0.06mm/m。

2 配油器处径向晃度允许值为 0.10mm。

3 向系统注油至运行油位，用压缩空气按第 9.5.6 条的规定做密封试验，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中心不同心度允许误差为 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

相吻合。

9.5.19 泵体与电动机组装在一个基座上的混流泵或斜流泵的安装工作应符合下列规定：

1 各连接管与台板等固定部件的结合面应清理干净、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，不得用吸入喇叭管作泵体的支撑或承受重力。

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，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，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，允许偏差为 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、润滑油内接管、填料函等在主轴上依次套装后，最后组装。

9 电动机联轴器应先试装，然后进行等温加热套装，加热温度应低于 175℃，并不得用火焰直接烘烤联轴器内孔。

10 电动机就位后，轴端装百分表，测量电机轴填料函外圆周中心，允许偏差为 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。

9.5.20 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。

9.6 深井泵

9.6.1 深井泵的井管和有关土建工程应符合下列规定：

- 1 井管应无明显弯曲和倾斜，允许偏差宜为 0.20mm/m。
- 2 井管管口伸出基础相应平面应大于 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，泥沙重量比超过 0.01% 时，井穴应进行清洗。

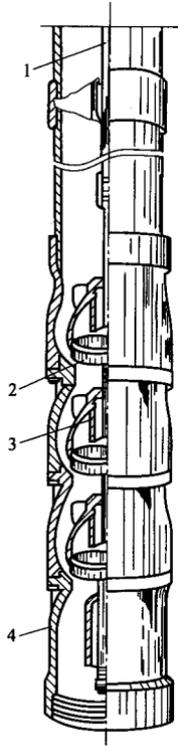


图 9.6.2 深井泵示意图

1—传动轴；2—叶轮；3—轴承；4—进口叶壳

9.6.2 深井泵安装前应检查下列各项并符合规定，如图 9.6.2 所示：

- 1 用螺纹连接的深井泵和扬水管应用煤油清洗扬水管及支架联管器的螺纹及端面，端面应与轴线垂直，螺纹应完好无损伤；
- 2 用法兰连接的深井泵的每级法兰结合面应平行，结合面应与轴线垂直；
- 3 检查联轴器及传动轴的端面应平整并与轴中心垂直，端面瓢偏应小于 0.04mm，传动轴应平直，径向晃度应小于 0.20mm，螺纹应完好无损伤；
- 4 叶轮在轴上应无松动；
- 5 法兰连接的多级离心泵型的深井泵，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图纸要求。

9.6.3 深井泵安装时应符合下列规定：

- 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 泵体组装按多级离心泵的组装程序进行，最后检查叶轮的轴向窜量，宜为 6mm~8mm。
- 3 拧紧出水叶壳后，最后复查泵轴伸出的长度，应符合图纸要求，允许偏差为 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，应使泵座平稳、均匀地套入传动轴，泵座与泵管的连接法兰应对正，并对称均匀地拧紧连接螺栓。
- 8 泵座的二次灌浆应在底座找正后进行。
- 9 泵的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。

9.6.4 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 $5M\Omega$ ，方可下井；

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 $5M\Omega$ ，方可正式安装。

9.7 空冷风机和水塔风机

9.7.1 空冷风机和水塔风机安装前应检查下列各项并符合规定：

1 传动轴应平直，联轴器止口应吻合不松旷，端面瓢偏应小于 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按本部分第 6.8.2 条～6.8.3 条的规定执行；

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的要求，制造厂无要求时，齿顶间隙为模数的 1/3，齿侧间隙应符合本规范本部分表 4.8.4 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 0.10mm～0.25mm；

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，叶顶及叶片肩部的泻水孔应畅通；

10 各连接部分不应松旷。

9.7.2 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小于 0.20mm/m；
- 3 齿轮箱的主动轴晃度应小于 0.05mm；
- 4 盘动主轴应灵活、无卡涩；
- 5 齿轮箱盖的螺栓应锁紧。

9.7.3 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，制造厂无要求时宜采用锂基润滑脂；
- 2 轮毂装在减速器输出轴上的螺栓的紧固力矩应符合制造厂要求，拧紧后的螺栓应用止动垫片锁紧。

9.7.4 风筒的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装置；
- 2 校核拼装后的风筒直线段的内径，如不符合制造厂的要求，可通过调整结合面之间的密封垫厚度进行调整；
- 3 风机桥架上与风筒相连的吊装孔的分布圆应与风机旋转中心同心，并保证分布圆直径符合设计尺寸的规定；
- 4 风筒与风机桥架之间的连接件应包括弹簧垫圈、风筒压块、橡胶垫片、平垫圈、螺栓、螺母等部件。

9.7.5 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，径向晃度允许偏差为 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，否则应检查对称叶片的重量，其偏差应在 0.5kg 以内，必要时应加配重；
- 4 按照制造厂要求，调整各叶片的安装角度，偏差应小于 0.5°，调整完毕应锁紧；

5 风叶叶顶与风筒之间的间隙应符合制造厂要求且四周一致。

9.7.6 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，允许偏差为 0.05mm/m；

2 减速机与电动机的弹性联轴器中心，外圆晃度允许偏差为 0.15mm，水平放置时其端面允许有 0.10mm 以内的上张口。

9.7.7 大型风机油系统安装应符合下列规定：

1 独立的油系统应按本部分第 6.1 节的规定进行相关检查；

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要求，制造厂无要求时，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。

9.8 旋 转 滤 网

9.8.1 旋转滤网安装前应对基座进行检查并符合以下规定：

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不超过 5mm，独立基座应处于同一水平面上，偏差不超过 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，单根的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允许偏差为 3mm；

6 基座埋件应涂刷防腐涂料。

9.8.2 旋转滤网安装前应检查下列各项并符合规定：

1 构件的几何尺寸应符合图纸要求，无变形、无损坏；

2 滤网链条的铰接销应不松旷、不卡涩，每块滤网的长宽、厚度、对角线尺寸应相同，偏差不宜超过 5mm；

3 没于水下的部件，如螺栓、网子、框架等应确认其材质具有防锈功能并有防松脱措施；

4 减速机应符合本部分第 4.8 节的有关规定；

5 焊缝应无裂纹、无漏焊。

9.8.3 用海水作为循环水的旋转滤网，应使用耐海水腐蚀的材料。

9.8.4 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辍子吻合；

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。

9.9 质量验收应提交的项目文件

9.9.1 附属机械安装完毕质量验收时，应提交下列施工技术记录：

1 各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与汽缸找中心记录;
 - 10 给水泵组转子轴颈扬度记录;
 - 11 给水泵驱动汽轮机隔板洼窝找中心记录;
 - 12 给水泵驱动汽轮机汽封间隙测量记录;
 - 13 给水泵驱动汽轮机通流间隙检查;
 - 14 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;
 - 15 给水泵驱动汽轮机盘车安装记录;
 - 16 各油泵安装记录;
 - 17 各附属机械联轴器找中心记录;
 - 18 轴承绝缘测量记录;
 - 19 变速齿轮啮合间隙记录;
 - 20 水塔风机和空冷风机主轴晃度记录;
 - 21 水塔风机和空冷风机叶片安装记录。
- 9.9.2 附属机械安装完毕质量验收时, 应提交下列隐蔽签证:
- 1 汽动给水泵驱动汽轮机扣盖签证;
 - 2 各附属机械轴承座封闭签证;
 - 3 各冷油器严密性试验签证;
 - 4 油系统封闭签证;
 - 5 二次灌浆前检查签证。
- 9.9.3 附属机械安装完毕质量验收时, 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 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。

10 桥式起重机、本体保温、化妆板

10.1 桥式起重机

10.1.1 本节适用于电站桥式起重机、电动单梁起重机的施工。

10.1.2 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、轨面标高与设计图纸的允许偏差为 10mm。

10.1.3 行车轨道夹板、紧固螺母、垫圈应齐全，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。

轨道相关尺寸的允许偏差见表 10.1.3。

表 10.1.3 轨道尺寸偏差标准 (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
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

10.1.4 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，起吊至少应捆扎两处，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放平垫实，不得直接在地面上架辊拖动。

10.1.5 桥式起重机组安装时应进行下列检查：

1 所有部件外观检查，确认各部应无漏焊、无裂纹、螺栓无松动；

2 钢丝绳应无断股，规格型号与图纸相符；

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 桥式起重机组安装的相关尺寸允许偏差见表 10.1.5。

表 10.1.5 桥式起重机组安装标准 (mm)

项 目		允许偏差值	
主梁跨距偏差		≤5	
主梁挠度		0.9~1.3	
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 $L \leq 16.5\text{m}$	≤5	
	跨距 $L > 16.5\text{m}$	$L/3000$	
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

续表 10.1.5

项 目		允许偏差值
单腹板和桁架梁小车轨距偏差		≤ 3
小车轨道高低偏差	轨距 $\leq 3.5\text{m}$	≤ 3
	轨距 $\leq 4\text{m}$	≤ 5
	轨距 $> 4\text{m}$	≤ 7
小车轮跨距偏差		≤ 3
大车轮端面偏斜度 ^①		$\leq L/1000$, 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 ^①		$\leq L/400$
各传动轴晃度		≤ 1

注: L 为测量位置的车轮弦长。

10.1.6 桥式起重机吊装前,对机械部套应进行下列检查并符合规定:

1 各传动装置与减速机齿轮的检查,应按本部分 4.8 节的规定进行。

2 走轮悬空,用手旋转各传动机构,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 相连接各传动轴应无弯扭,晃度允许值为 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;添加的润滑剂符合制造厂的要求,间隙应符合第 9.2.12 条的规定。

8 传动齿轮、联轴器等外露的传动部件应装设保护罩。

9 小车车轮跨度的允许偏差为 3mm。

10.1.7 桥式起重机的吊装应符合下列规定。

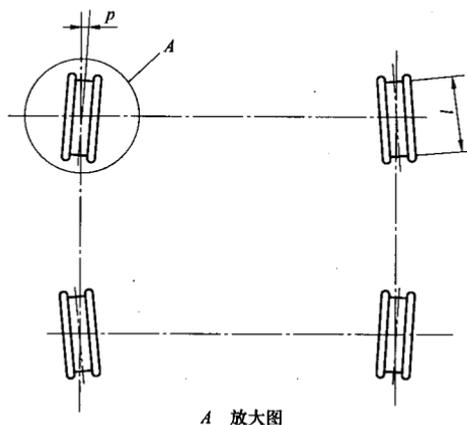
1 支撑起重机的桥架厂房为单排柱子时,在未装屋架使厂房形成整体框架以前不得起吊,特殊情况下须提出措施,并经审核批准。

2 起吊机具应经负荷试验合格。

10.1.8 桥式起重机吊装后应检查下列各项并符合规定:

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 $1/1000$,如图 10.1.8-1 所示,且两个主动轮或从动轮的偏斜方向应相反。



A 放大图

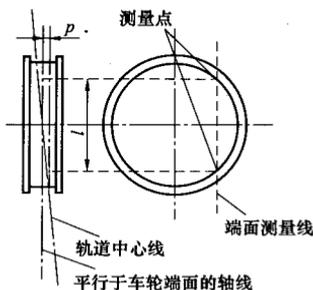


图 10.1.8-1 大车车轮偏斜示意图

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 10.1.8-2 所示。

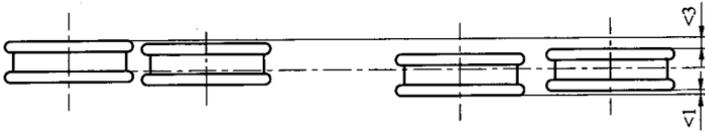


图 10.1.8-2 车轮同位差示意图

4 大车轮在轨道上对轨道的垂直偏斜应小于 $L/400$ ，车轮上边不得偏向内侧，如图 10.0.8-3 所示，车轮与轨道应无间隙。

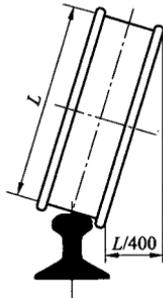


图 10.1.8-3 大车轮对轨道的偏斜示意图

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。

6 所有固定零件应按图纸要求加装锁紧装置。

10.1.9 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 短冲程制动器、制动带与制动轮间的单侧间隙应符合表 10.1.9 的规定。

表 10.1.9 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

5 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。

10.1.10 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。

10.1.11 起重机钢丝绳的检查与安装应符合下列规定：

1 钢丝绳应有断裂强度的证明文件，如无证件，应切下一段 1500mm 长的钢丝绳作单丝抗拉强度试验，以单丝抗拉强度总和的 83% 作为该钢丝绳的抗拉强度；

2 钢丝绳的品种、规格和强度应符合制造厂的要求，不符合规定时应更换或降负荷使用；

3 穿钢丝绳必须保证钢丝绳在滚筒终端紧固、可靠。

10.1.12 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装置应能灵敏、准确控制；

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连锁开关等安全保护装置齐全，并经试验确认灵敏、可靠，限制位置应作出标记；

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 各制动器内的油脂适合环境温度的要求;
- 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;
- 10 做好试验时所需的测量准备工作。

10.1.13 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。

10.1.14 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, 其运转应正常, 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 款可作 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 $0.7S/1000\text{mm}$ 。

10.1.15 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, 应先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要求。
- 2 静负荷试验应按下列程序和规定进行:
 - 1) 先开动起升机构, 进行空负荷升降操作, 使小车在全行程上往返运行, 空载试运转应不少于 3 次且无异常。
 - 2) 小车停在桥式起重机的跨中, 分次加负荷作起升试运

转，直至加到额定负荷后，使小车在桥架全行程上往返运行数次，各部正常，卸去负荷后桥架结构应无异常。

- 3) 小车停在桥式起重机的跨中，缓慢提升 1.25 倍额定起重量的负荷，离地面高度为 100mm~200mm 时，悬吊停留时间应不少于 10min，起重机应无失稳现象；然后卸去负荷，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) 第 3 项试验不得超过三次，试验后应无永久变形。
- 5) 检查起重机的静刚度时，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上拱值，此值与空负荷桥架上拱值之差即为起重机的静刚度。起重机的静刚度应符合设备制造厂的要求，制造厂无要求时，应符合表 10.1.15 的规定。

表 10.1.15 起重机静刚度允许值 (mm)

起重机类别		测量部位	允许值
通用桥式起重机	A1~A3	主梁跨中	$s/700$
	A4~A6	主梁跨中	$s/800$
	A7~A8	主梁跨中	$s/1000$
电动葫芦单、双梁起重机		主梁跨中	$s/800$
手动单、双梁起重机		主梁跨中	$s/400$

- 注：1. A1~A8 为起重机的工作级别；
 2. 起重机的静刚度应在主梁跨度中部 $s/10$ 的范围内测量；
 3. s 为起重机跨度，mm。

10.1.16 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。联合试运转应按设备

技术文件的规定进行。

2 各机构的动负荷试运转应全行程进行,起重量应为额定起重量的 1.1 倍;累计启动及运行时间,电动的起重机应不少于 1h,手动的起重机应不少于 10min。

3 试验中的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 $50^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$,不应过高;
- 6) 电动机及其控制设备运行情况正常,限位开关、安全保护、连锁保护装置动作准确、可靠。

10.1.17 桥式起重机安装前、安装过程中、投入使用前应按照 TSG Q7016《起重机械安装改造重大维修监督检验规则》和 TSG Q0002《起重机械安全技术监察规程—桥式起重机》的规定向当地特种设备监察部门告知并接受监察。

10.2 汽轮机组设备的保温和涂漆

10.2.1 汽轮机及其附属设备和本体管道的保温、涂漆工作,除应符合设计要求和 DL/T 5072—2007《火力发电厂保温油漆设计规程》的有关规定外,尚应符合本节的规定。

10.2.2 汽轮机本体保温材料进现场后,应严格抽检,抽检合格后,应妥善保管,不得错用,不得挪用,不得混用。

10.2.3 汽轮机本体保温工艺应严格遵守制造厂的有关要求。

10.2.4 汽轮机汽缸、汽门保温前,应具备下列条件:

1 各疏水、仪表插座、孔洞等已按图纸要求安装接管座,堵头;

2 性能试验用的测点接头，应按设计装齐，并经有关人员联合检查无遗漏；

3 已确定不再使用的插座、孔道应严密封闭。

10.2.5 在汽缸或汽门上固定保温钩应符合下列规定：

1 保温时，汽缸上宜装卡子，做骨架，再在骨架上点焊保温钩；

2 在汽缸上直接点焊必须符合制造厂要求；

3 材质为铬钼钒等合金钢的汽缸不得直接点焊，如需在汽缸上钻孔套丝，应在出厂前进行；

4 保温钩间距宜为 300mm。

10.2.6 汽轮机组设备及管道保温时，工艺上应符合下列规定：

1 设备和管道上的温度计插座、热工取样点、分线盒、丝堵及铭牌等应外露，并不得损坏；

2 结合面螺栓等紧固件，可使用软质保温材料铺盖，便于拆卸；

3 油管附近的保温应采取隔热措施，正对油管的蒸汽管道法兰应加铁皮罩；

4 保温抹面层与化妆板外壳及骨架之间，应留有不少于 10mm 的空气间隙，并不致影响机组膨胀；

5 保温层应紧密附着在设备及管道上，不得有脱空现象，抹面不宜有裂纹；

6 下缸的保温层应厚于上缸。

10.2.7 危急遮断器手柄应涂红色。油漆应耐久耐温，不变色。

10.3 汽轮机化妆板、平台、梯子和盖板

10.3.1 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；连接螺钉口齐全，位置正确。

2 化妆板固定螺钉如为内侧螺母，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，电镀应光洁。
- 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。

10.3.2 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 30kg，并便于拆装。

10.3.3 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、管道间应留有足够的热膨胀间隙；
- 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。

10.3.4 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，不得妨碍设备及管道的热膨胀；
- 3 平台不得固定在调节系统的任何部件或外壳上，不得影响任何移动或传动部件的动作和膨胀。

10.3.5 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 10.3.5 的各项标准。

表 10.3.5 平台安装标准

项 目	允许偏差
柱子底座中心线相对与柱基中心线	±5mm
柱子垂直中心线倾斜度	±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

10.3.6 栏杆、扶手、梯子踏步不得有毛刺锐边，焊接应牢固，焊缝应打磨。栏杆、扶手的弯头应平滑。栏杆的立柱应垂直、牢固，栏杆下部应安装不低于 10cm 的根部护板。

10.4 质量验收应提交的项目文件

10.4.1 桥式起重机、本体保温、化妆板安装完毕质量验收时，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。

10.4.2 桥式起重机、本体保温、化妆板安装完毕质量验收时，应提交行车轨道梁（混凝土梁或钢结构梁）交付安装签证。

10.4.3 桥式起重机、本体保温、化妆板安装完毕质量验收时，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；
- 3 保温材料抽样检验报告。

11 汽轮发电机组的调整、启动、试运行

11.1 一般规定

11.1.1 汽轮发电机组安装完毕,投入运行前,应按本章进行调整、启动、考核运行。

11.1.2 本章规定是汽轮发电机组设备调整、启动、考核运行的基本规定。如制造厂有明确要求时,应以制造厂要求为准。常规运行应符合运行规程、国家和电力行业的有关规程规范。

11.1.3 调整与试运行工作应符合下列规定:

1 各系统设备的安装质量,应符合设计图纸要求、制造厂技术文件及本章规定;

2 各系统及设备的设计质量,应满足安全经济运行和操作、检修的方便;

3 检查、调整并考核各设备的性能,应符合制造厂的要求;

4 吹扫或冲洗各系统至洁净,以保证机组安全经济地投入运行;

5 提供整套设备系统交接试验的技术文件,作为生产运行的原始资料。

11.1.4 汽轮发电机及其附属机械、辅助设备试运时现场应具备下列条件:

1 厂区场地平整,道路畅通;

2 试运范围内的施工脚手架已全部拆除,环境已清理干净,现场沟道、孔洞盖板齐全,临时孔洞装好护栏或盖板,平台正式的楼梯、通道、过桥、栏杆及底部护板已安装完毕;

3 现场配备足够的消防器材,消防系统能可靠投运,事故排

油系统处于备用状态；

4 试运机组范围内的各层地面应按设计要求施工完毕；

5 生活用的上下水道畅通，卫生设施能正常使用；

6 厂房和厂区的排水系统及设施能正常使用，工业废水处理系统能正常投入运行；

7 现场有足够的正式照明，事故照明系统完整、可靠并处于备用状态；

8 在寒冷气候下进行试运的现场，应做好厂房封闭和防冻措施，室内温度宜保持 5℃ 以上；

9 电话等通信设备安装完毕，可以正常使用；

10 与试运有关的空调系统可投入使用。

11.1.5 汽轮发电机组及附属机械、辅助设备和系统，在试运前应具备下列条件：

1 设备及系统按规定安装完毕，并经检验合格，安装技术记录齐全；临时管道安装完毕，系统形成循环回路，具备调试条件。

2 设备及管道的保温工作已完成，管道支吊架已调整结束。

3 基础混凝土及二次灌浆层达到设计强度。

4 操作电源、动力电源、压缩空气气源可靠。

5 各水位计和油位计有明确的高、低、正常工作位置的标识。

6 转动机械已加好符合规定的润滑油、脂，油位正常。

7 工业水系统已完成并具有可靠的水源且冲洗洁净。

8 各有关的手动、电动、气动、液动阀件，经逐个检查调整试验，动作灵活、正确，并标明名称及开、闭方向，处于备用状态。

9 参与试运的各种容器，已进行必要的清理和冲洗。

10 各指示和记录仪表及信号、声光报警装置已装设齐全，并经校验调整准确。

11 试运设备或系统已命名挂牌并有明显标识，表计指示正确且在有效期内。

12 具备足够的启动用汽源，并能稳定供汽，其压力和温度应能满足轴封供汽、汽动给水泵、除氧器等用汽的需要。

13 自动控制部分及精密部套的通风、空调装置应投入使用。

14 试运设备的保护装置已校验合格并投用。

11.1.6 汽轮发电机组的分部试运、整套启动的调试措施方案已编制完成并经批准。验收、移交及其组织机构已成立并经批准；试运程序、连续满负荷运行时间等应按 DL/T 5437《火力发电建设工程启动试运及验收规程》执行。

11.1.7 汽轮发电机组整套启动前应完成的分部试运行工作如下：

- 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 化学水系统冲洗、充填药剂、调整试运行，并能供给足量合格的除盐水；
- 4 真空系统严密性检查；
- 5 除氧器、热交换器、蒸发器、减压装置等的检查调整；
- 6 各附属机械分部试运调整；
- 7 润滑、调节和密封油系统及净化装置试运调整，油循环油质合格；
- 8 调节、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，校对大轴晃度指示表；
- 10 抽汽止回阀与传动装置的调整试验；
- 11 汽封系统调整试运行；
- 12 热工、电气有关保护、连锁装置，远方操作装置和电动、气动、液动阀的调整试验，开、闭、富余行程及开闭时间已作记录，并投运正常；
- 13 中间再热机组旁路系统的调整试验；
- 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。

11.2 附属机械分部试运行

11.2.1 附属机械分部试运行前除应具备第 11.1.5 条的有关条件外，还应检查下列各项：

- 1 电动机经过单独空负荷试运行合格，旋转方向正确，有就地事故按钮的电动机应按设计要求安装、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 自动连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合格。

11.2.2 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，包括调试用汽、主汽轮机的抽汽、冷段再热蒸汽等均经过吹洗合格。
- 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。
- 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；排汽门水封能正常供水。
- 4 凝结水系统经冲洗合格。
- 5 汽轮机的主汽门、调节汽门及有关阀门开闭正确、严密不漏。
- 6 直接排汽至主机凝汽器时，主机盘车应能投入运行。

11.2.3 驱动给水泵的汽轮机试运行应符合下列规定：

- 1 试运的有关技术规定按制造厂要求进行。
- 2 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。

3 给水泵汽轮机的排汽、凝结水系统与主汽轮机连接时,真空应与主机保持一致。

4 给水泵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。

5 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,以免影响主机真空。

11.2.4 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,保护装置必须投入。

11.2.5 给水泵试运前除应符合第 11.2.1 条的规定外,尚应具备下列条件:

1 强制循环的油系统应经油循环和滤油至管道清洁,油质符合第 11.6.11 条的规定;

2 各轴承进油节流孔板应符合设计要求;

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 检查电机冷风室不漏风,冷风器不漏水,系统流量调整合格;

7 密封系统的冷却水和冲洗水管道畅通、水质清洁;

8 低压给水管道经水冲洗合格,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要求及第 11.2.3 条的规

定进行试运。

11.2.6 带液力耦合器的给水泵试运行尚应具备下列条件：

1 油系统经外部冲洗合格后，应首先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，凸轮转角与勺管行程的对应关系应调整至符合制造厂要求；

3 各项保护装置的动作试验应灵敏、正确；

4 勺管或调节阀宜调整到相当于 800r/min~1000r/min 转速的位置，准备启动；

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。

11.2.7 给水泵组启动过程中应检查下列各项，并定时作出运行记录：

1 润滑油、调速油油压和油温；

2 各轴承振动值；

3 平衡压力、各检测位置的壓力、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。

11.2.8 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。

11.2.9 循环水泵的试运工作除应具备第 11.2.1 条各项条件外，尚

应符合下列规定：

1 启动抽真空装置经试验良好。

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达到设计要求。

3 轴流式或混流式循环水泵的出口阀门经试验开闭应灵活，连锁动作应准确、可靠，启动时阀门先开至 15° ，启动主泵；停泵时阀门先关至 15° ，再停泵；阀门并应在规定时间内联动开启和关闭；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。当橡胶轴瓦备有专用润滑水泵时，润滑水泵应经试运正常，水质清洁，滤网前后压差正常，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 全调节式轴流泵的油系统和压缩空气系统良好。

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。泵在真空状态下不得启动。

8 管道系统内已注水，凝汽器水室高点空气无法排尽时，应启动水室真空泵。回水调节阀已调节完毕。

9 有条件时应进行胶球冲洗装置的试验。

11.2.10 凝结水泵试运行前除应满足第 11.2.1 条的规定外，尚应装好凝汽器水位计，凝汽器内部应清理干净。

11.2.11 深井泵试运时，除应满足第 11.2.1 条的有关规定外，应符合下列规定：

1 水泵启动前，泵座润滑水孔应通入清水，以保证轴与轴承的预润滑；设计有预润滑水箱时，水箱存水流入水泵后才能启动；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符合制造厂要求。

11.2.12 附属机械分部试运行时间应连续运行 4h~8h。

11.2.13 水泵和一般附属机械试运行应符合下列规定：

- 1 泵的出口压力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 11.2.13 的规定。

表 11.2.13 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要求，制造厂无要求时，润滑油油温为 65℃~70℃，润滑脂温度不超过 80℃；油泵油压、轴承进油回油正常，轴承无渗油。

5 带液力耦合器的给水泵组油压、油位应正常，工作油温及润滑油温均不应超过规定值；应避开在 2/3 水泵额定转速左右运行，冷油器工作正常，调速机构控制灵敏。

6 各转动齿轮啮合良好，无异常音响、振动、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进行叶片角度调整试验，应符合设计要求。

11 试运行过程中各连锁装置应符合设计要求。

11.2.14 水塔风机及空冷风机试运行，除应符合本规定第 11.2.13

条外，尚应符合下列规定：

- 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、脏污及所有杂物。
- 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 试运后应检查各风叶，无变形和焊缝开裂。
- 7 试运后应检查各紧固件，并进行复紧。

11.2.15 旋转滤网的试运行除应符合第 11.2.13 条的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 滤网旋转灵活；
- 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 污物能汇集在排污槽内，不卡堵在设备上；
- 5 滤网架构与密封板间有足够的严密性，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。

11.2.16 附属机械分部试运完毕提交验收时，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后的技术记录。

11.3 汽水管道的吹扫和冲洗

11.3.1 汽轮机的汽水管道试运前的清洗应按下列规定进行：

- 1 主汽管、主汽隔离阀旁路管、各级旁路管、再热机组冷再热汽管、热再热汽管、辅助蒸汽管等管道，应按本规范第 5 部分

“管道及系统”的规定，用蒸汽吹扫合格。

2 冲洗或吹扫应结合现场特点制定专项措施，经批准后执行。

3 凝汽器、除氧器及其水箱、高低压给水管、主凝结水管、减温水管、给水泵机械密封水管及其他有关的容器和中、低压水管等，应冲洗至水质透明、无杂质。

4 上述容器和水管，除用工业水进行大流量冲洗外，锅炉点火前还应用除盐水冲洗。

5 炉前水管道应进行化学清洗，清洗后如 20 天内不能投入运行应采取防腐保护措施，锅炉点火前须用除盐水根据 DL/T 889《化学监督导则》的规定进行冲洗。

6 自动主汽门至高压缸、再热汽门至中压缸的导汽管等不参与蒸汽吹扫的管道在安装焊接过程中应确保内部清洁。

7 汽动油泵、汽动给水泵驱动汽轮机的进汽管吹扫规定与主蒸汽管道相同。

8 轴封蒸汽进汽管、轴封高温汽源管等，应采用主蒸汽或其他辅助汽源进行吹扫，吹扫蒸汽的压力、流量和过热度应符合规定，吹扫次数不应少于 3 次；吹扫时，每两次应间隔一段时间使管道冷却；每次吹扫 5min~10min，直至排汽洁净为止。

9 蒸汽吹扫与汽轮机连接的管道，必须采取防止汽轮机大轴弯曲的措施。

10 冲洗或吹扫与附属机械或辅助设备连接的管道时，应卸开进口法兰或接临时管排大气，确保杂物不落入设备内。

11.3.2 机组炉前汽水系统的化学清洗工作，应按 DL/T 794《化学清洗导则》的规定进行。不参与化学清洗的设备、系统应有可靠隔离措施。

11.4 汽轮机真空系统严密性检查

11.4.1 汽轮机本体启动前对凝汽器的汽侧、低压缸的排汽部分及

空负荷时处于真空状态下的辅助设备与管道，应进行真空严密性检查。对水冷凝汽器机组宜采用灌水查漏的方法，直接空冷机组宜采用压缩空气气密试验和灌水查漏相结合的方法进行检查。

11.4.2 汽轮机真空系统严密性检查应具备下列条件：

- 1 所有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好并经检查合格，焊口和法兰不得先行保温；
- 2 凝汽器汽侧内部已清理干净；
- 3 凝汽器在灌水前应加临时支撑，进水管支吊架应将弹簧锁定；
- 4 各水位计玻璃安装完好；
- 5 试验范围以内的真空表计全部隔离；
- 6 灌水试验应有排水措施；
- 7 灌注用水可用化学水或澄清的生水；
- 8 直接空冷机组严密性检查时，应将低压缸排汽管道上的爆破膜取出并将管口临时封堵。

11.4.3 真空系统灌水试验的水位高度宜在汽封洼窝以下 100mm 处。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，灌水前要加装临时高位水位计。如汽缸与凝汽器柔性连接，灌水时凝汽器的加固应符合制造厂要求。直接空冷机组排汽管道及散热器采用风压进行严密性检查，排汽装置采用灌水法进行严密性检查。

11.4.4 严密性检查使用的堵板强度应符合设计要求，所有测量装置及相关系统应完善，安装项目全部结束且验收合格，采取的临时分界及相关措施应经调试、业主、监理及制造厂同意后进行。

11.4.5 空冷凝汽器汽侧及其真空系统采用风压检查时的压力应符合制造厂要求，制造厂无明确要求时宜为 0.03MPa~0.05MPa，24h 内每隔 15min 记录一次精密压力表或 U 形差压计的计数，平均压力下降速度不得超过制造厂的要求。当制造厂无要求时，压力下降速度应小于 0.2kPa/h 或 24h 内总压降小于 5kPa。

11.4.6 真空系统严密性检查应确认下列各部位无泄漏:

- 1 所有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格兰;
- 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的疏水扩容器及其他设备。

11.5 汽轮机辅助设备试运行

11.5.1 除氧器试运前除应符合第 11.1.5 条的有关规定外,尚应符合下列规定:

- 1 安全门及其附件安装正确并经过冷态整定,排汽管的截面积应符合设计要求。安全门动作压力宜为工作压力的 1.1 倍~1.25 倍,回座压力应符合制造厂要求。
- 2 调节阀能操作自如,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,各热工自动装置、仪表、远方操作装置经通电检查性能良好。
- 4 除氧水箱的溢流排放管排放通畅。
- 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。

11.5.2 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 安全门动作正确可靠、排汽畅通;
- 4 当除氧器出力、进入除氧器水温达到设计值时,无汽水冲击和显著振动;

5 在铭牌压力下正常运行时，除氧水含氧量应符合 GB/T 12145《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》的规定并达到铭牌出力。

11.5.3 减温减压辅助蒸汽站试运前除应符合第 11.1.5 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 汽水调节阀、控制阀能操作自如，开闭终端位置与外部刻度相符；

2 安全门及附件安装正确；

3 减温水系统、疏水系统安装正确，具备试运行条件。

11.5.4 减温减压辅助蒸汽站调整试运行应符合下列规定：

1 设备运行各参数，如流量、前后温度、压力等应达到设计要求。

2 安全门的整定值应为设计压力的 1.1 倍加 0.1MPa，动作压力、回座压力应符合规定；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。

11.5.5 热交换器在试运前除应符合第 11.1.5 条的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 阀门、安全门、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。

11.5.6 热交换器调整试运行应符合下列规定：

1 加热器投入前应通过事故放水管吹扫干净；

2 给水水位稳定，各自动调节保护装置经调试工作正常，高压加热器的溢水保护按第 11.8.20 条的规定进行试验，动作正确。

11.5.7 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，

DL 5190.3 — 2012

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 真空泵应按第 11.5.8 条的规定进行单体试运合格。

11.5.8 真空泵试运行除应符合第 11.2.13 条规定外，尚应符合下列规定：

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，补水管上应按设计要求安装过滤器，没有设计过滤器的在首次启动前应加装临时过滤装置。

3 自动补水装置应灵活、可靠，采用浮球阀作为自动补水装置的真空泵，启动前应检查浮球阀动作灵活、无卡涩；采用电磁阀作为自动补水装置的真空泵，启动前应检查控制回路，电磁阀动作、水位信号联动正常。

4 水冷却系统能可靠投用。

5 真空泵启动后调整填料压盖，宜有少量水滴出而不形成流线。

6 真空泵运行正常后，与系统隔离，抽真空的能力应能达到制造厂的设计要求。

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。

11.5.9 供轴封蒸汽并投入轴封抽气器后，系统的真空应能保持正常运行的真空值。

11.6 油循环和油系统试运

11.6.1 油系统的试运主要包括下列内容：

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应分别符合 GB 11120《L-TSA 汽轮机油》和 DL/T 571《电厂

用磷酸酯抗燃油运行与维护导则》中有关新油的接受标准，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 油系统设备连锁保护装置的试验与整定；
- 6 油质合格后，恢复油系统部套，根据制造厂技术规定或合同约定，系统注入合格油。

11.6.2 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，单向阀方向正确；
- 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 备好砂箱、灭火器等消防用具和操作人员防护用品；
- 6 事故排油系统符合规范要求，阀门操作灵活并关闭严密，事故排油井清理干净。

11.6.3 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。

11.6.4 向油箱充油时，应经过滤油机或净化装置。

11.6.5 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。

11.6.6 油循环可按下列程序进行:

1 首先冲洗主油箱、储油箱、油净化装置之间的油管道至清洁;

2 轴承润滑油的入口管不进油,单独冲洗主油泵的主管道至油质清洁;

3 各轴承进油口宜加装截止阀和临时放油口,轴瓦短路,不得使油进入巴氏合金与轴颈的接触面内,并拆去推力轴承的推力瓦片进行油循环;

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 冲洗时可使交、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;

6 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;

7 油样检验无杂质后,对调节保安油系统进行冲洗;

8 放掉冲洗油,清理油箱、滤网、各轴承座内部;

9 全部系统恢复至正常运行状态,在各轴承进油管上加装不低于 40 号或 100 目的临时滤网,其通流面积应大于管道断面面积的 2 倍~4 倍,将各调节保安部套置于脱扣位置,按运行系统进行油循环,多台冷油器应交替循环,循环过程中应定期将滤网拆下清洗,防止被冲破;

10 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。

11.6.7 油循环的各个阶段应遵守下列规定:

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 冲洗油温宜冷热交替变化,高温宜为 75℃左右,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；

4 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；

5 在系统初步冲洗时应将板式冷油器旁路；

6 油系统取样应符合 GB/T 7597《电力用油取样方法》的规定，化验应按 DL/T 429《电力系统油质试验方法》的规定执行，颗粒度检测应按 DL/T 432《电力用油中颗粒污染度测量方法》的规定执行。

11.6.8 氢冷发电机密封油系统的油循环除应按第 11.6.3 条~第 11.6.7 条执行外，尚应符合下列规定：

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。

11.6.9 为提高油循环的冲洗效果，还可采用下列措施：

1 采用大流量油冲洗装置进行油循环时，冲洗规定仍按第 11.6.7 条和第 11.6.8 条执行；

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 向冷油器出口油管连续通干燥的压缩空气 1h 左右，以对管壁造成气击，过程中须保持空气的压力稍大于油的压力；

4 在分段冲洗时，可按正常流向的逆向冲洗；

5 外露的管道、弯管及焊缝用铜锤、木锤或击振器敲击；

6 冲洗死角应采取辅助清洗措施。

11.6.10 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 $10\mu\text{m}$ 过滤器；
- 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 左右，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。

11.6.11 汽轮机润滑油系统、顶轴油系统和密封油系统，油循环冲洗应达到下列标准：

1 从油箱和冷油器底部放油点取油样化验，油质应透明，含水量应符合标准规定；

2 油样颗粒度应不低于 NAS7 级，参见附录 J。

11.6.12 数字电液调节系统的抗燃油系统，应从设计要求的取样点或回油母管的滤网前取油样，颗粒度应不低于 NAS5 级，参见附录 J。

11.6.13 油系统各处油压应符合制造厂的要求。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。

11.7 整套启动试运行一般规定

11.7.1 汽轮发电机组整套启动试运行应完成本章第 11.1.4 条～

11.1.6 条规定的项目。

11.7.2 汽轮发电机组整套启动试运行应进行下列各项工作：

- 1 汽轮机冲转至额定转速后，复核调整各部分油压；
- 2 各项自动保护装置的试验与调整；
- 3 调节系统空负荷试验与调整；
- 4 发电机投氢；
- 5 发电机并列前电气试验；
- 6 带负荷运行；
- 7 校对各安全门；
- 8 投入回热设备和供热抽汽设备；
- 9 调节系统带负荷试验；
- 10 真空系统严密性试验；
- 11 空冷岛热态冲洗；
- 12 与热控专业、锅炉专业配合进行辅机故障减负荷试验；
- 13 168h 额定负荷运行；
- 14 相关涉网试验。

11.8 汽轮机启动前调节系统和自动保护装置的调整和试验

11.8.1 汽轮机在首次启动前，应根据制造厂技术资料编制调节保护系统试验措施，并对调节系统各部套和自动保护装置进行调整试验。

11.8.2 汽轮机调节系统和自动保护装置调整试验前应具备下列条件：

1 油系统油循环完毕，油质经化验合格，油温应符合制造厂要求。

2 调节系统各油压表安装齐全并经校验合格，压力计应换成高精度的标准压力表；有关部件的行程指示标尺或百分表及试验时加装的临时设施，应按规定正确安装完毕。

3 电动高压油泵试运合格。

4 各调节部套动作应平稳、灵活，无卡涩、突跳或摆动。

11.8.3 采用高速离心调速器为敏感元件的调节系统，应测取挂闸油压，同步器行程、各自动主汽门行程、中间滑阀行程、各油动机行程之间的相应数据；油动机行程与各调节汽门开度的相应数据等均应符合制造厂要求。

11.8.4 全液压调节系统静态试验前应临时加接油源，以建立一次油压。同步器在不同行程的一次油压与二次油压的关系、二次油压与各油动机行程的关系、油动机行程与调节汽门开度的关系均应符合制造厂要求。启动阀、容量限制器或其他类似装置的行程与调节汽门油动机行程的关系经试验应符合制造厂要求。

11.8.5 抽汽式供热汽轮机应在调压器的压力敏感元件内用接入油压表校验台等办法建立压力，按制造厂要求做调压器的静态整定，再与调速部套一起做各油动机的静态调试。整定后的各调压器的压力、调压器行程、同步器行程和各油动机行程之间的关系应符合制造厂要求。

11.8.6 背压式汽轮机调节系统在静态试验时，应在调压器的压力敏感元件内建立压力并分别测取调速器和调压器的特性，经整定应符合制造厂要求。

11.8.7 各自动主汽门和调节汽门的调整试验应符合下列规定：

- 1 调整试验应与热控专业配合进行；
- 2 手动控制开启主汽门达到最大行程，对应的执行机构的实际行程应与设计值相符；
- 3 将执行机构置于关闭位置，调整阀位变送器使其输出电压为“0”后，锁紧调整装置；
- 4 主汽门开启行程与安全油压、主汽门油动机活塞下油压应符合制造厂要求；
- 5 带缓冲器的主汽门，其缓冲器的特性经试验应符合规定；
- 6 带活动试验装置的主汽门，其活动试验应符合规定；
- 7 调速系统的迟缓率应小于制造厂提供的保证值。

11.8.8 各汽门关闭时间测定按下列规定进行:

- 1 由控制专业人员配合引出各汽门的位移信号并将信号引至录波仪上;
- 2 引出打闸信号作为试验起始信号;
- 3 启动一台液压油泵, 确认油系统正常, 系统挂闸, 开启各主汽门及调门;
- 4 开启录波仪录波, 手动打闸并记录各阀门的关闭时间;
- 5 各汽门的关闭时间应小于制造厂的要求, 制造厂无明确要求时, 关断汽门和调节汽门的关闭时间应小于 0.3s, 其中延迟时间小于 0.1s。

11.8.9 带调整抽汽的旋转隔板在危急遮断器动作后应迅速回复零位或动作至规定位置。具有连锁装置的抽汽止回阀应迅速关闭。松开跳闸手柄, 上列各项动作应维持不变。

11.8.10 危急遮断系统调试应符合下列规定:

- 1 手动超速试验手柄置于工作位置, 遮断及复位手柄扳到遮断位置时, 隔膜阀应开启, 汽门关闭;
- 2 手动超速试验手柄置于试验位置, 遮断及复位手柄扳到遮断位置时, 隔膜阀应保持在关闭状态;
- 3 手动遮断手柄置于遮断位置时, 远方汽轮机跳闸信号应报警, 手动复位按钮, 气动阀动作危急遮断机构复位, 报警信号应解除。

11.8.11 容量限制器行程调整应符合下列规定:

- 1 容量限制器行程与调节汽门油动机的行程关系应符合设计要求;
- 2 在断开位置时应不妨碍调节汽门全开;
- 3 在投入位置时应能根据给定值限制负荷, 但不应妨碍调节汽门的关闭;
- 4 操作装置应灵活, 投入与断开的声光信号应正确。

11.8.12 轴向位移保护和差胀指示发送装置调整试验应符合下列

规定:

- 1 按制造厂要求正确设定零位和方向;
- 2 试验刻度盘指示值、仪表指示值应相符;
- 3 试验装置调整到动作值时保护装置动作应正确、可靠;
- 4 差胀发送装置若经拆卸,复装后应在汽轮机温度降至室温

的情况下进行复校。

11.8.13 低油压保护装置调整试验应符合下列规定:

1 油压逐渐降低时,保护装置应依次逐个动作,动作值应符合制造厂要求,偏差应小于 5kPa;

2 低油压开关宜装在润滑油供油管的末段,如继动器的标高与轴承中心线的标高不同,则应将动作值修正到中心线标高的油压;

3 低油压开关应无漏油和卡涩。

11.8.14 低真空保护装置的调整与试验可在机组试抽真空时进行,报警及跳闸值应符合运行规程的规定。

11.8.15 盘车装置调整试验应符合下列规定:

1 润滑油系统油质合格,盘车装置的润滑油路畅通,供油充足,低速盘车时,汽轮机润滑油系统的油温宜在 35℃~45℃;

2 操作手柄机构终端开关接触应良好,离合器位置应正确;

3 盘车装置在投入运行时应无漏油现象;

4 离合器的啮合和脱开应平稳、灵活、无碰撞;

5 盘车时转子转动应均匀,传动机构无明显撞击和振动,电动机电流应正常并无显著摆动;

6 盘车装置连锁如低油压停盘车、顶轴油泵连锁、盘车闭锁等应动作正确;

7 盘车自动投入装置动作应正确、可靠。

11.8.16 带有顶轴油和密封油的机组,盘车装置试验前,顶轴油和密封油系统应投入运行,确认轴顶起后,再投入盘车。首次试验应检查并记录各轴颈的顶起数值和油压。

11.8.17 盘车前,零转速装置和盘车装置各电磁开关应动作正确、气源畅通,油温宜接近低限值,先进行点动盘车,然后再投手动或自动盘车。

11.8.18 首次盘车应进行听音检查,确认汽轮机内部无异常。

11.8.19 带连锁保护的抽汽止回阀调整试验时应符合下列规定:

1 汽轮机组跳闸使电磁装置或空气引导阀动作时,抽汽止回阀应能迅速关闭;

2 门杆、活塞和传动装置应无卡涩,远传信号正确。

11.8.20 高压加热器水位高自动旁路保护试验应符合下列规定:

1 发送器发出高压加热器最高水位报警信号时,高压加热器给水旁路阀应迅速打开,入口阀和出口阀应迅速关闭,开闭时间应符合制造厂要求;

2 动作期间应不影响锅炉正常供水;

3 动作时应发出声光信号;

4 有关连锁应正确动作。

11.8.21 旁路装置的减温减压器、汽水阀门的执行机构动作应灵活,各项自动连锁装置动作应符合规定,旁路系统自动投入或切断的时间应符合规定。

11.8.22 辅助设备的蒸汽压力调整器、自动水位调节器、高低水位报警器及危急泄水装置的调整试验应符合下列规定:

1 各发送器、执行机构等有关装置应灵活、无卡涩;

2 压力、水位与调节控制阀的开度关系应符合设计要求;

3 在水位升降至规定值时,带有电气接点的高低水位报警装置和危急泄水装置的电气接点应接通或断开,发出相应的报警信号并使危急泄水装置动作。

11.9 汽轮发电机组启动及空负荷试运行

11.9.1 汽轮发电机组启动及空负荷试运行前除应具备第 11.7.1 条规定的条件外,还应具备下列条件:

- 1 锅炉点火前真空系统应试抽真空并符合第 11.5.9 条的规定。
- 2 各有关公用系统和附属设备系统均已分部试运合格, 冷却水塔、水池、凝结水处理设备、空冷装置等均处于备用状态。
- 3 汽轮机调节系统与自动保护装置经过静态整定与试验合格。
- 4 空冷发电机应装好灭火装置, 氢冷发电机和水氢氢冷发电机的整体气压试验合格, 完成投氢工作; 水氢氢冷发电机和双水内冷发电机的水冷却系统经冲洗至水质合格, 具备投用条件。
- 5 低压缸喷水装置经试验喷雾均匀, 方向正确。
- 6 汽轮机组整套启动方案经审批后已向运行人员交底。
- 7 运行人员配备和培训; 运行规程和事故处理规程的制定、学习和考试; 系统图出版及现场展示; 设备编号; 工具及仪表配置; 记录表格绘制等生产准备工作已就绪。

11.9.2 汽轮机组空负荷试运行时除应做好正常运行记录外, 还应记录下列各项:

- 1 汽轮机大轴原始偏心率及其高点值在转子的圆周方向的位置, 以及轴向位移、胀差等其他仪表的原始读数;
- 2 汽轮机及其附属机械、辅助设备的启动和停止时间;
- 3 冲动汽轮机转子的时间、汽温、汽压、真空和油温;
- 4 暖机各阶段的转速和维持时间;
- 5 转子在各暖机阶段和额定转速下的振动值, 各临界转速及通过临界转速时的最大振动值;
- 6 支持轴瓦、推力瓦、密封瓦巴氏合金温度及回油温度;
- 7 盘车装置开始工作与停止的时间, 正常情况下的盘车电流及电流摆动值;
- 8 汽轮机各部分金属温度及膨胀值;
- 9 轴向位移及差胀值;
- 10 发电机水冷系统、氢冷系统的各项参数;
- 11 汽轮机停机的时间和原因, 以及停机冷却时间内的汽缸温度、膨胀值;

- 12 汽轮机惰走曲线;
- 13 正常停机后, 下汽缸各主要金属温度测点的降温曲线;
- 14 缺陷及故障处理。

11.9.3 汽轮机从冲转至额定转速应按下列规定进行:

1 运行应统一指挥、明确分工, 运行操作应由合格的人员担任。

2 汽轮机第一次冷态启动时, 冲转前应连续盘车 24h 以上。

3 汽轮机的启动参数和启动方式应符合制造厂的要求, 制造厂无要求时, 单元式机组宜采用滑参数启动, 主蒸汽温度应比汽缸金属温度高 50°C 并低于额定温度, 蒸汽过热度应大于 50°C 。

4 冲转前冷油器出口油温应大于 35°C , 真空不低于 70kPa , 转速升至 2500r/min 以前, 油温应提高至 $42^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$, 真空应提高至正常值。

5 应启动旁路系统的各减温减压装置, 启动过程中的调节方式应符合制造厂要求。

6 冲转后宜切断汽源, 在低速下迅速进行“摩擦检查”, 汽轮机内动静部分、轴封、各轴承内部、发电机内部等处应无异常, 并迅速升速。

7 法兰螺栓加热和汽缸加热装置应按规定投入并调整。

8 机组至额定转速时, 顶轴油泵和高压备用油泵应退出运行。

9 汽轮机在启动过程中发生异常振动或达到跳机值时, 必须立即紧急停机, 连续盘车, 测量大轴晃动的变化, 并找出原因, 禁止降速暖机。

10 汽轮发电机组通过临界转速时应平稳迅速, 各轴承的振动值应符合制造厂要求, 不得强行通过临界转速。

11 汽轮机稳定在额定转速时, 机组的轴振值应符合制造厂的要求, 制造厂无要求时参照附录 H 执行。

12 高压汽轮机各部分温差、差胀值, 以及汽缸内壁升温率应符合制造厂的要求, 制造厂无要求时, 高压外缸上、下缸温差

不应超过 50℃，高压内缸上、下缸温差不应超过 35℃。

13 汽缸热膨胀，不应出现不均匀、不对称和卡涩现象。

14 各支持轴承、推力瓦和密封瓦的金属温度不得高于制造厂要求值。

15 升速过程中，应注意发电机空气或氢气温度、风压或氢压及密封油压的变化。氢、油压差应符合规定值，并及时投入空气或氢气冷却器的冷却水。空冷发电机通风系统应无漏风现象。双水内冷、水氢氢冷及全氢冷发电机的运行维护，应按第 11.11 节的有关规定执行。

11.9.4 汽轮机空负荷试运行时，调节保安系统应进行下列工作：

1 在额定转速下，按制造厂要求再次调整各部分润滑和调速油压；

2 液压调节机组应记录调节系统开始动作时的转速；

3 安全油压应符合规定；

4 危急遮断器注油试验及手动遮断试验；

5 自动主汽门与调节汽门严密性试验；

6 危急遮断器动作试验；

7 超速试验。

11.9.5 自动主汽门与调节汽门的严密性试验应符合下列规定：

1 试验应在汽轮机空负荷运行和正常真空状态下进行；

2 主蒸汽压力宜接近额定压力，最低不应低于额定压力的 1/2；

3 自动主汽门全关而调节汽门全开，或调节汽门全关而自动主汽门全开情况下，最大漏汽量时，转子的稳定转速应小于 $\frac{\text{试验汽压}}{\text{额定汽压}} \times 1000\text{r/min}$ ；

4 两侧汽门应同时进行试验。

11.9.6 汽轮机超速试验应按下列规定进行：

1 试验时应统一指挥、明确分工、严密监视。

2 汽轮机转速表应选用高精度的表计并经校验合格。

3 具有电超速和机械超速保护的机组应先进行电超速试验, 确认无异常后进行机械超速试验。

4 超速试验前, 超速保护控制器动作试验应正常, 超速保护控制器的信号应按热控专业有关规定进行屏蔽。

5 升速前应进行手动危急遮断器及注油试验, 确认动作正常; 高、中压主汽门, 调节汽门应能迅速关闭, 转速应立即下降。

6 升速前排汽缸冷却喷水应投入, 机组转速达到 600r/min 时, 应自动投入排汽缸冷却喷水。

7 系统中有电动主汽门时, 应将其开度关小, 防止产生过高的超速。

8 主汽门及调节汽门应进行关闭试验, 确认不卡涩, 严密性符合规定。

9 超速试验前应按制造厂要求进行低负荷暖机, 使转子温度高于脆性转变温度, 降至空负荷, 与电网解列后进行; 带负荷前应投入电超速保护并进行危急保安器动作试验。

10 超速试验不宜紧接在危急遮断器动作试验后进行, 以免影响超速试验的准确性。

11 超速试验前应投入连续记录和计算机连续打印装置, 记录机组的转速、低压缸排汽温度等参数。

12 进行机械超速试验时将“电超速”保护定值改至额定转速的 112%。

11.9.7 汽轮机组试运行存在下列情况之一者不得进行超速试验:

1 主汽门或调节汽门开闭有卡涩现象或蒸汽严密性试验不合格;

2 在额定转速下任一轴承的振动异常;

3 任一轴承温度高于限额值。

11.9.8 汽轮机超速试验应符合下列规定:

1 危急遮断器动作转速应符合制造厂要求, 制造厂无要求

DL 5190.3 — 2012

时，宜为额定转速的 110%~112%；

2 危急遮断器每个飞锤或飞环应试验两次，动作转速差不应超过 0.6%；

3 危急遮断器脱扣后应能复归，飞锤或飞环的复位转速不宜低于 3030r/min；

4 跳闸及复位信号指示应正确；

5 将“超速试验”切换置于“电超速”位置，按同上步骤进行超速实验，其动作转速不应超过额定转速的 112%；

6 在进行危急遮断器试验时，如机组转速超过额定转速的 112%危急遮断器仍不动作，应立即手动紧急停机。

11.9.9 调节系统空负荷试验应按下列规定进行：

1 调节系统空负荷试验应编制试验方案，并经审批；

2 在试验过程中，主蒸汽参数与真空值宜与机组启动曲线匹配；

3 如试验时主蒸汽参数与真空值较低，计算速度变动率时，试验时的油动机开度，应按比例修正到额定条件下的油动机开度值。

11.9.10 汽轮机调节系统空负荷试验结果应表明调节系统的性能达到下列规定：

1 在机组空负荷时同步器应能使机组转速在额定转速的 $\pm 6\%$ 范围内调整；

2 在额定工况下，转速控制器引起的转速波动应小于额定转速的 $\pm 0.1\%$ ；

3 调节系统的速度变动率宜为 3%~6%；

4 调节系统的迟缓率应小于 0.06%；

5 当主汽门全开，调节系统应能维持空负荷稳定运行并能用同步器顺利并网。

11.9.11 轴封压力调节器投入后，应能平稳地调节轴封蒸汽压力并保持稳定运行，轴封自动进汽装置应正常投用。

11.9.12 汽轮机组首次达到额定转速和空负荷试运后，可停机进行下列检查、检修：

- 1 主油泵、各变速机构、盘车齿轮；
- 2 支持轴承、推力轴承、发电机密封瓦；
- 3 各油、水系统滤网；
- 4 运行不良的部件。

11.9.13 当汽轮机的高压内下缸金属温度高于 150°C 进行热态启动时，除应参照第 10.9.3 条的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 大轴偏心率与原始值的偏差应小于 0.02mm ；
- 2 上下缸温差超限或差胀达极限值时，不得启动或升速；
- 3 主蒸汽和再热蒸汽管道应充分暖管，使汽轮机进汽区的蒸汽温度高于相应的汽缸内壁温度 $50^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ ，主汽门前的蒸汽过热度应大于 50°C ，再热蒸汽温度应不低于中压内上缸壁温；
- 4 先投轴封后抽真空，轴封蒸汽的温度应接近缸体温度，启动过程中应监视汽缸和管道的金属温度，防止冷气、冷水进入汽轮机；
- 5 当汽轮机负差胀趋近极限值时应及时采取措施；
- 6 除检查需要外，升速过程中不得停留，应快速地升至额定转速并立即并网，迅速加负荷至汽缸温度高于启动时的温度后正常运行；
- 7 机组热态启动应按制造厂提供的热态启动曲线进行。

11.10 发电机投氢及氢系统运行

11.10.1 发电机投氢前应具备下列条件：

- 1 发电机的氢系统设备与管道安装完毕，并经整体风压试验合格，氢冷却器通水试验良好。
- 2 密封油系统油循环合格，排烟机试运正常。
- 3 氢系统、密封油系统调整试验已完成，差压阀、平衡阀及其他自动调节部件性能良好；各种连锁保护及报警装置动作正常，各种仪表经校验合格。

4 发电机周围已清理干净,无易燃物;距发电机及氢系统周围 5m 范围已划出禁止烟火区域并设警示牌。

5 配备必要的消防器材。

6 准备好压缩空气和足量合格的氢气、二氧化碳或氮气。二氧化碳或氮气的纯度不得低于 95%,含氧量不得超过 2%。母管的氢气压力宜比发电机额定氢压高 0.2MPa,纯度不得低于 99%,湿度应符合 DL/T 651《氢冷发电机氢气湿度的技术要求》的规定。

注:充氢时耗氢量为发电机容积的 2 倍~3 倍,二氧化碳耗量为发电机容积的 2 倍~2.5 倍。

7 氢油系统图与实际相符,投氢技术措施已经审批。

11.10.2 发电机气体置换应在转子静止或盘车状态下进行。发电机转动或充气时应保证密封瓦的供油,油氢压差应符合制造厂要求,油压比发电机内部气体压力宜高 50kPa~80kPa。在气体置换过程中,发电机壳体内可保持较低压力,但最低压力不得小于 10kPa。

11.10.3 氢冷发电机空冷运行时,加励磁和带负荷应符合制造厂的要求。

11.10.4 进入发电机内的压缩空气应经过气体干燥器除去水分。

11.10.5 充氢前用二氧化碳或氮气置换系统的空气时应符合下列规定:

1 注入二氧化碳时应避免管道冻结,二氧化碳含量达 85% 时方可停止向发电机充二氧化碳;

2 吹扫系统中的死角;

3 发电机内部存留二氧化碳不得超过 24h。

11.10.6 向发电机内充氢气置换二氧化碳时,应符合下列规定:

1 发电机内可能漏入空气的所有管道必须有效隔断;

2 在排气管处取样的氢气纯度达 90% 以上时,方可投入气体分析器;

3 吹扫系统中的死角;

4 氢气纯度达 96%、氧气含量低于 2% 时,方可提高氢压至

规定的数值，在提升氢压过程中应及时相应调整密封油压。

11.10.7 发电机正常运行时，氢气纯度不得低于 96%。

11.10.8 发电机排氢应符合下列规定：

1 在气体置换过程中，发电机内的压力应符合第 11.10.2 条的规定；

2 供氢管道必须有效隔断；

3 排氢时，在排气管上取样，二氧化碳含量达 95% 时即可停止充二氧化碳并吹扫系统死角，然后用干燥的压缩空气排出二氧化碳，直至空气含量达 90% 以上时，方可停止充入空气；

4 氢气纯度低于 90% 时，停用气体分析器。

11.10.9 含有氢气的发电机气体系统进行检修时，应采取措施防止工具产生火花。在搬运二氧化碳容器时应使用防护用具，防止漏气处将手冻伤。

11.11 双水内冷发电机和水氢氢冷发电机的试运行

11.11.1 双水内冷发电机和水氢氢冷发电机的绕组水冷却系统，在启动前应具备下列条件：

1 按本部分第 5.8.5 条的规定冲洗冷却水系统至水质合格，各处无渗漏；

2 绕组水冷却系统的仪表、检漏装置、控制设备、声光信号和保护连锁装置的工作性能应符合要求；

3 发电机转子进水压力调整至 0.1MPa~0.3MPa，定子绕组和线圈的进水压力应小于 0.4MPa，入口水温度应高于发电机内空气的露点，防止发电机内部结露。

11.11.2 双水内冷发电机试运行时应符合下列规定：

1 随着机组转速的上升，应注意调节转子绕组冷却水压力，防止出现负压，转子绕组应无渗漏，进口盘根应无过热，每分钟应有数滴水滴出，但不得大量漏水。

2 发电机在额定转速时，转子和定子绕组的冷却水的压力和

流量应维持在规定值。

3 发电机转子绕组未通水时，机组不得启动或盘车；转子、定子绕组未通水冷却，不得加励磁和带负荷。

4 并列后应投入水冷却器的冷却水。

5 发电机各点温度和温升应符合制造厂的要求。

6 运行中水质恶化并超过第 5.8.5 条规定的标准时，应及时进行排污与补水。

7 绕组的水压与流量的关系应正常，有堵塞现象应及时处理。

8 定子和转子的断水时间不得超过 30s，如有断水保护，发电机并列时应投入。

11.11.3 水氢氢冷发电机运行时，除应符合氢冷发电机的有关规定外，发电机定子绕组的运行维护应按双水内冷发电机有关定子绕组的规定执行。

11.12 空冷岛热态冲洗

11.12.1 直接空冷机组空冷岛热态冲洗应具备下列条件：

1 空冷岛汽侧空间已清理并封闭，空冷凝结水临时排放系统投运正常；

2 蒸汽分配管的隔离阀单体调试已完成；

3 空冷风机分部试运已完成；

4 轴封系统、抽真空系统及盘车装置投入可靠。

11.12.2 空冷岛热态冲洗应按下列规定进行：

1 热态冲洗宜在汽轮机冲转或带低负荷时进行；

2 应采用逐列冲洗方式；

3 冲洗时，应维持较高的冲洗流量；

4 冲洗时，应有温度交替变化；

5 冬季冲洗应考虑空冷散热器的防冻；

6 空冷散热器冲洗合格，凝结水水质满足精处理系统投运的要求。

11.13 汽轮发电机组带负荷试运行

11.13.1 汽轮发电机组带负荷试运行前应具备下列条件:

- 1 汽轮发电机组空负荷试运行正常;
- 2 调节系统空负荷试验合格;
- 3 主、辅机保护系统静态调试应合格, 机组安全运行的保护装置已经全部投入;
- 4 程序控制系统各程序经模拟试验能根据运行参数和条件投入;
- 5 各项自动调节装置经调试, 具备投入条件, 并在启动试运行过程中逐步投入;
- 6 发电机电气启动试验已完成。

11.13.2 汽轮发电机组带负荷试运行除应符合第 11.9.3 条有关规定外, 尚应符合下列规定:

- 1 汽轮机第一次带负荷的升负荷率可比正常运行所规定的适当放缓;
- 2 汽轮机带负荷试运行的汽水品质, 应符合本规范第 6 部分《水处理及制氢设备和系统》和 DL/T 889《电力基本建设热力设备化学监督导则》的规定;
- 3 凝结水达到规定标准后才允许回收至除氧器;
- 4 满负荷时的主蒸汽参数、再热蒸汽参数的偏差范围、两条主管或再热汽管的温度偏差、真空度、排汽温度等与额定值的偏差应符合制造厂的要求。

11.13.3 汽轮机带负荷试运行中, 应进行真空严密性试验, 并符合下列规定:

- 1 负荷稳定在额定负荷的 80% 以上, 关闭抽空气阀, 停真空泵, 30s 后开始每半分钟记录机组真空值一次;
- 2 水冷凝汽器机组记录时间为 8min, 取其中后 5min 的真空下降值, 平均每分钟下降值应小于 300Pa;

3 直接空冷机组记录时间为 15min, 取其中后 10min 的真空下降值, 平均每分钟下降值应小于 200Pa。

11.13.4 抽汽供热汽轮机在纯凝汽工况时, 调节系统应符合机组空负荷试运行的规定。投入供热抽汽后, 应进行调节抽汽的性能试验, 试验结果应符合下列规定:

1 当供热抽汽压力保持在正常范围时, 机组能供给设计的抽汽量, 调节系统的调节性能应符合制造厂的要求;

2 当热负荷在全范围内变化时, 机组电负荷的变化应符合制造厂的保证值。

11.13.5 抽汽供热式汽轮机无热负荷时, 可在纯凝汽工况下进行整套试运。待条件具备后再按规定带热负荷进行调节抽汽的性能试验。

11.13.6 甩负荷试验前应具备下列条件:

1 汽轮发电机组经整套试运行考验, 符合制造厂各项要求;

2 调节系统经空负荷及带满负荷运行, 工作正常, 调节系统静态特性符合规定;

3 自动主汽门, 调节汽门关闭时间符合规定, 严密性试验合格, 抽汽止回阀连锁动作良好, 关闭迅速严密;

4 经超速试验, 危急遮断器动作正常, 手动危急遮断器动作正常;

5 电气及锅炉专业设备运行正常, 锅炉主蒸汽和再热蒸汽安全门动作可靠;

6 与甩负荷有关的连锁保护装置, 满足试验规定;

7 厂用电自备电源、直流事故电源可靠, 处于备用状态;

8 汽轮机旁路系统处于热备用状态;

9 配备手动盘车装置;

10 在条件许可的情况下, 宜完成辅机故障减负荷试验。

11.13.7 甩负荷试验应符合下列规定:

1 试验时汽轮机的蒸汽参数、真空应为额定值, 频率最高不超过 50.5Hz, 回热系统应正常投入。

2 根据实际情况确定甩负荷的次数和等级，宜甩 50% 负荷和额定负荷各一次。

3 甩负荷过程中，应按规定记录有关数据。

4 甩掉负荷后，如转速升高到危急遮断器动作转速而未动作或调节系统严重摆动无法稳定在额定转速时，应立即手动停机。

5 利用抽汽作除氧器汽源或汽动给水泵汽源的机组，甩负荷时备用汽源应能自动投入。

6 可调整抽汽式汽轮机，首先按纯凝汽工况进行甩负荷试验；合格后，可调整抽汽按最大抽汽流量甩 100% 负荷。

7 甩 50% 负荷后转速升速值达到或超过预定值 5% 时，应中断试验并分析原因，不得进行甩额定负荷试验。

8 甩负荷试验过程中，应设专人监视机组的轴承振动、轴窜、差胀、轴承及推力轴承温度等重要运行参数。

9 甩负荷试验过程结束、测试和检查工作完毕，应尽快并网，根据缸温带相应负荷。

11.13.8 甩负荷试验应符合下列规定：

1 汽轮机甩掉负荷后，调节系统能控制转速，不致使危急遮断器跳闸，转速应迅速稳定；

2 根据记录数据分析各部件的动态性能，应符合规定。

11.13.9 机组在正常减负荷、停机过程中，除应按制造厂的要求和为本机组制定的运行规程执行外，尚应符合下列规定：

1 严格控制蒸汽温降率、金属温降率和各部分温差，不得超过制造厂的要求；

2 严格控制差胀，不超过制造厂的要求值；

3 负荷或汽温大幅度摆动时，应严防水冲击、汽缸变形、动静部分摩擦引起的异常振动，必要时应破坏真空紧急停机；

4 停机后盘车，动静部分摩擦严重或卡住，禁止强行盘车；

5 按规程开闭各汽水阀门，严防蒸汽、冷空气、疏水或凝结水倒流汽缸。

11.13.10 汽轮机各轴承在满负荷 168h 试运后, 宜进行一次全面检查。

11.14 质量验收应提交的项目文件

11.14.1 汽轮发电机组调整、启动、试运行完毕, 应提交下列记录:

- 1 油系统运行记录;
- 2 附属机械运行记录;
- 3 真空严密性试验记录;
- 4 自动主汽门和调节汽门的严密性试验记录;
- 5 汽轮机调节系统的整定与试验记录;
- 6 汽门关闭时间测定记录;
- 7 汽轮机自动保护、连锁装置的整定与试验记录;
- 8 汽轮机整套启停运行记录, 包括蒸汽参数、真空、升速、带负荷情况、汽缸热膨胀、差胀、轴位移、轴承振动、汽缸金属温度、轴瓦及推力轴承巴氏合金温度及其他有关运行参数等记录;
- 9 汽轮机超速试验记录;
- 10 汽轮机惰走曲线;
- 11 停机后高压汽缸冷却过程中, 时间与高压汽缸调节级金属温度曲线;
- 12 停机后大轴晃度随时间的变化曲线;
- 13 汽轮机冷态启动曲线, 转速、负荷、主蒸汽压力、主蒸汽温度、真空、差胀及主要操作项目的时间记录;
- 14 机组甩负荷试验记录;
- 15 辅机故障减负荷试验记录;
- 16 试运行中的异常情况处理记录;
- 17 设备系统改进记录。

11.14.2 汽轮发电机组调整、启动、试运行完毕, 应提交下列签证:

- 1 管道的冲洗与吹扫签证;
- 2 空冷岛热态冲洗签证。

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，规定凿出混凝土基础表面为稳固的混凝土，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；铲毛后应将表面凿屑、灰尘等去掉，并清理干净。

A.0.2 台板就位，支垫稳当，调整好标高和水平与设计值偏差均在 1mm 之内，并紧固地脚螺栓，不使台板有移动可能。

A.0.3 在准备安放混凝土垫块部位支模，三面密封，一侧开口作为混凝土灌注捣固口，模板与台板结合面应封严，防止漏浆，模板应支撑牢靠。

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，并清理掉粘附在模具内侧和螺栓孔上的灰尘、油脂和其他物质。

A.0.5 浇灌采用制造厂指定的灌浆料。

A.0.6 搅拌规定：按照灌浆料说明书规定加入适量的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：浇灌时应从一侧浇注，向另一侧流动，并有良好的排气与溢流效果，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 5℃~35℃ 范围内；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；用湿布将垫块包裹起来，并继续使用喷洒水的方式使其保持湿润。

附录 B 汽缸涂料配比

B.0.1 用于高压及中压参数蒸汽的汽缸涂料:

- 1 黑铅粉 (精制);
- 2 精炼的亚麻仁油。

注: 1 和 2 两者配合调匀成合适的黏度。

B.0.2 用于高温蒸汽条件的另一种汽缸涂料配比见表 B。

表 B 高温蒸汽的汽缸涂料配比 (%)

成 分	质 量 比
红丹粉	70
黑铅粉 (精制)	10
精炼的亚麻仁油	20

注: 粉状材料应过筛清除沙粒及杂物。

附录 C 常用密封材料品种及适用范围

常用密封材料品种及适用范围见表 C。

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 (HG 20627—1997)	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 (GB/T 5574—2008)		≤1.0	-20~100	水、空气
合成纤维橡胶垫片 (GB/T 9129—2003)	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

常用油脂品种及适用范围见表 D。

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 (°C)	凝点 (≤°C)	适用范围
		(50°C) (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~3000r/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°C) 2.7~3.2	1.17~1.21	170	-20	精密仪表轴承和摩擦部件
	HL-30	(100°C) 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°C) 16.1~18.4	(100°C)		-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. DL/T 571—2007《电厂用磷酸酯抗燃油运行与维护导则》。

附录 E 汽轮机螺栓常用材料物理性能

汽轮机螺栓常用材料物理性能见表 E。

表 E 汽轮机螺栓常用材料物理性能

牌 号	室温机械性能 (不低于)					布氏硬度 H_{BW}
	屈服强度 $R_{p0.2}$ (MPa)	抗拉强度 R_m (MPa)	伸长率 A (%)	收缩率 Z (%)	冲击韧性 A_k (J/cm ²)	
35	265	510	18	43	55	146~196
45	353	637	16	40	39	187~229
20CrMo	490	637	14	40	55	197~241
35CrMo (>50mm)	590	765	14	40	47	241~285
35CrMo (≤50mm)	686	834	12	40	47	255~311
42CrMo (>65mm)	660	790	16	50	47	248~311
42CrMo (≤65mm)	720	860	16	50	47	255~321
25Cr2MoV	686	785	15	50	47	248~293
25Cr2Mo1V	685	785	15	50	47	248~293
20Cr1Mo1V1	637	735	15	60	59	248~293
20Cr1Mo1VNbTiB	735	834	12	45	39	252~302
20Cr1Mo1VTiB	685	785	14	50	39	255~293
C-422 (20Cr12NiMoWV)	760	930	14	32	—	277~331
R-26 (Ni-Cr-Co 合金)	555	1000	14	20	—	262~331
GH4145	550	1000	12	18	—	262~331

注：1. 螺栓材料的理化检验按照相应材料的技术条件或制造厂标准执行，必要时可参照表 E。

2. 本表摘自 DL/T 439—2006《火力发电厂高温紧固件技术导则》。

附录 F 用钢丝找中心垂弧计算公式

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 F）公式如下：

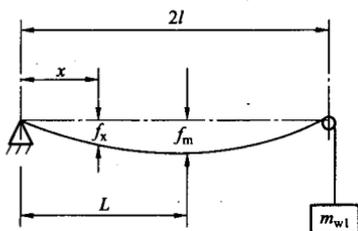


图 F 钢丝找中心垂弧计算示意图

$$f_x = \frac{m_p x}{2m_w} (2l - x)$$

$$f_m = \frac{m_p l^2}{2m_w}$$

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。

附录 G 发电机氢系统严密性试验标准

氢冷及水、氢、氢冷发电机氢系统的严密性考核,应以漏氢率 δ_H 和漏氢量 ΔV_H 为准,其规定是在电机额定工况下, $\delta_H \leq 5\%/d$, $\Delta V_H = 10\text{m}^3/d \sim 18\text{m}^3/d$ (大电机取大值)。为了满足以上两个标准,在制造、安装时可先用空气进行检漏试验,消缺,试验规定参考值见表 G。

表 G 氢冷及水氢氢冷发电机严密性试验参考值

发电机额定 氢气压力(表压) (MPa)	严密性试验压力 (MPa)			
	定子	转子	管道	整套
0.1~0.25 0.3~0.4	0.15~0.3 0.35~0.45	0.3~0.4 0.5~0.6	0.3~0.4 0.5~0.6	0.15~0.25 0.3~0.4
允许漏气量	折算到一昼夜的 漏气率在 0.3%	试验 6h 压力 降应不超过初 压的 10%	试验 6h 均每 小时的压力降 应不超过初压 的 0.10%	在转子静止的 情况下,折算到试 验压力下,一昼夜 的漏气率在 13% 以下
>0.4~0.6	1.45~0.55	0.6~0.65	0.6~0.65	0.4~0.5
允许漏气量	同上条件漏气量 1.10m ³ /d	10%	0.1%	同上条件漏气 量 4.3m ³ /d

G.0.1 氢冷及水氢氢冷发电机的定子、转子在安装前,管道和整套系统安装后,应分别用压缩空气做检漏试验。试验压力应按制造厂要求的漏气量试验的压力。

G.0.2 将检漏试验中发现的泄漏点消除以后,可按制造厂的要求进行静态严密性试验,宜可参照表 G 的规定执行。

G.0.3 在严密性试验过程中,如大气压力、温度和发电机内空气

温度有变化，则漏气量应对气温、气压的变化进行修正，并换算到给定的气压 p_0 和温度 t_0 (给定状态) 时的体积，其计算公式如下。

1 漏气量通用计算公式为

$$\Delta V = V \cdot \frac{273+t_0}{p_0} \cdot \frac{24}{\Delta h} \left(\frac{p_1 + p_{B1}}{273+t_1} - \frac{p_2 + p_{B2}}{273+t_2} \right) \quad (\text{G.0.3-1})$$

式中： ΔV ——在绝对大气压力 p_0 和环境温度为 t_0 °C 状态下的每昼夜平均漏气量， m^3/d ，充空气时符号为 ΔV_A ，充氢气时为 ΔV_H ；

V ——发电机的充气容积， m^3 ；

t_0 ——始定状态下环境温度，°C；

p_0 ——始定状态下的大气压力，MPa；

Δh ——正式试验进行连续记录的时间小时数，h，

p_1 ——试验开始时机内或系统内的气体压力（表压），MPa；

p_2 ——试验结束时机内或系统内的气体压力（表压），MPa；

p_{B1} ——试验开始时的大气压力，MPa；

p_{B2} ——试验结束时的大气压力，MPa；

t_1 ——试验开始时机内或系统内的气体平均温度，°C；

t_2 ——试验结束时机内或系统内的气体平均温度，°C。

2 如给定状态 $p_0=760\text{mmHg}$ ， $t_0=15^\circ\text{C}$ ，则

$$\Delta V = 9.09 \times \frac{V}{\Delta h} \left(\frac{p_1 + p_{B1}}{273+t_1} - \frac{p_2 + p_{B2}}{273+t_2} \right) \quad (\text{G.0.3-2})$$

3 当给定状态 $p_0=0.1\text{MPa}$ ， $t_0=15^\circ\text{C}$ 时，则

$$\Delta V = 69120 \times \frac{V}{\Delta h} \left(\frac{p_1 + p_{B1}}{273+t_1} - \frac{p_2 + p_{B2}}{273+t_2} \right) \quad (\text{G.0.3-3})$$

式 (G.0.3-2) 和式 (G.0.3-3) 均为一些资料中常见的公式。

4 采用 U 形汞柱差压计或标准压力表进行严密性试验时, 计算漏气率的公式为

$$\delta = \left[\frac{(p_1 + p_{B1})(273 + t_2)}{(p_2 + p_{B2})(273 + t_1)} - 1 \right] \cdot \frac{24}{\Delta h} \times 100\% \quad (\text{G.0.3-4})$$

5 当试验开始压力 p_1 与额定氢压 p_N 不同时, 将试验泄漏量换算到额定氢压下泄漏量的系数 K_1 的计算公式:

$$K_1 = \frac{p_1 + p_0}{p_N + p_0} = \frac{\Delta V}{\Delta V_N} \quad (\text{G.0.3-5})$$

式中: p_N ——电机的额定氢压, MPa;

ΔV_N ——额定氢压下的漏泄量, m^3 。

6 漏氢气体量与漏空气量的换算系数 K_2 为

$$K_2 = \frac{\Delta V_H}{\Delta V_A} \approx 3.8$$

G.0.4 漏气率 δ_A : 电机按试验压力充入空气后, 在试验结束的压力和温度状态下, 每昼夜泄漏出来的空气量 (试验终了时的压力 p_2 、温度 t_2) 与电机中在同等压力、温度状态 (p_2 、 t_2) 下的空气量之比, 以 %/d 表示。

G.0.5 漏空气量 ΔV_A : 电机按试验压力充入空气后, 每昼夜泄漏出来的空气量, 换算到给定状态 (p_0 、 t_0) 下的体积以 m^3/d 表示。

G.0.6 漏氢气体率 d_H : 电机按额定压力充入氢气, 在测定结束的压力和温度状态下 (p_2 、 t_2) 每昼夜泄漏出来的氢气体量与同等状态下 (p_2 、 t_2) 电机中的氢气体量之比, 以 %/d 表示。

附录 H 机组振动标准

汽轮发电机组的振动评价标准应符合制造厂要求，若制造厂无要求时，则可参照表 H 执行。

表 H 大型汽轮发电机组轴振参考标准（双振幅）（ μm ）

范围 \ 转速 位移	1500r/min		3000r/min	
	相对位移	绝对位移	相对位移	绝对位移
A	100	120	76	100
B	120	170	125	150
C	320	385	250	320

- 注：1. 范围 A：为新装机组轴振良好值。
 2. 范围 B：小于 B 范围为合格值。
 3. 范围 C：轴振超过 C 范围时应停机处理。

附录J 油质等级标准

J.0.1 NAS1638 (National Aerospace Standard 1638—美国航空航天标准)颗粒污染度分组标准于1984年1月发布,见表J.0.1。

表 J.0.1 NAS1638 颗粒污染度分级标准 (μm)

分级 颗粒度 (100/mL)	颗粒尺寸					
	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	1000	178	32	6	1	0
3	2000	356	63	11	2	0
4	4000	712	126	22	4	0
5	8000	1435	253	45	8	0
6	16 000	2350	506	90	16	0
7	32 000	5700	1012	180	32	0
8	64 000	11 400	2025	360	64	0
9	128 000	22 800	4050	720	128	0
10	256 000	45 600	8100	1440	256	0
11	512 000	91 200	16 200	2880	512	0
12	1 024 000	182 400	32 400	5760	1024	0

J.0.2 美国飞机工业协会 (ALA)、美国材料试验协会 (ASTM)、美国汽车工程师协会 (SAE) 联合提出的标准 MOOG 的污染等级标准见表 J.0.2, 各等级污染范围: 0 级——很难实现; 1 级——超清洁系统; 2 级——高级导弹系统; 3、4 级——宜精密装置 (电液伺服机构); 5 级——低级导弹系统; 6 级——一级工业系统。

表 J.0.2 MOOG 的污染等级标准 (μm)

分级	颗粒尺寸					
	颗粒度 (100/mL)	5~10	10~25	25~50	50~100	>100
0		2700	670	93	16	1
1		4600	1340	210	28	3
2		9700	2680	380	56	5
3		24 000	5360	780	110	11
4		32 000	10 700	1510	225	21
5		87 000	21 400	3130	430	41
6		128 000	42 000	6500	1000	92

J.0.3 ISO 分级标准与 NAS、MOOG 分级标准之间的等量关系，国际标准化组织 (ISO) 考虑一种改进的分级标准，颗粒尺寸在 $5\mu\text{m}$ 以上和 $15\mu\text{m}$ 以上从 ISO 图上可以查出这两种不同尺寸数目的分级，现将 ISO 分级标准与 MOOG、NAS 的分级标准之间的等量关系列于表 J.0.3。

表 J.0.3 ISO 分级标准与 NAS、MOOG 分级标准之间的等量关系

ISO 标准	NAS 标准	MOOG 标准
26/23	12	
25/23		
23/20		
21/18		
21/18	11	
20/17		
20/16	10	
19/16		
18/15	9	
17/14	8	
16/13	7	5
		4

续表 J.0.3

ISO 标准	NAS 标准	MOOG 标准
15/12	6	3
14/11	5	2
13/10	4	1
12/9	3	0
11/8	2	
10/8	1	
10/7		
10/6	0	
9/6		
8/5	00	
7/5		
6/3		
5/2		
2/0.8		

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“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”。

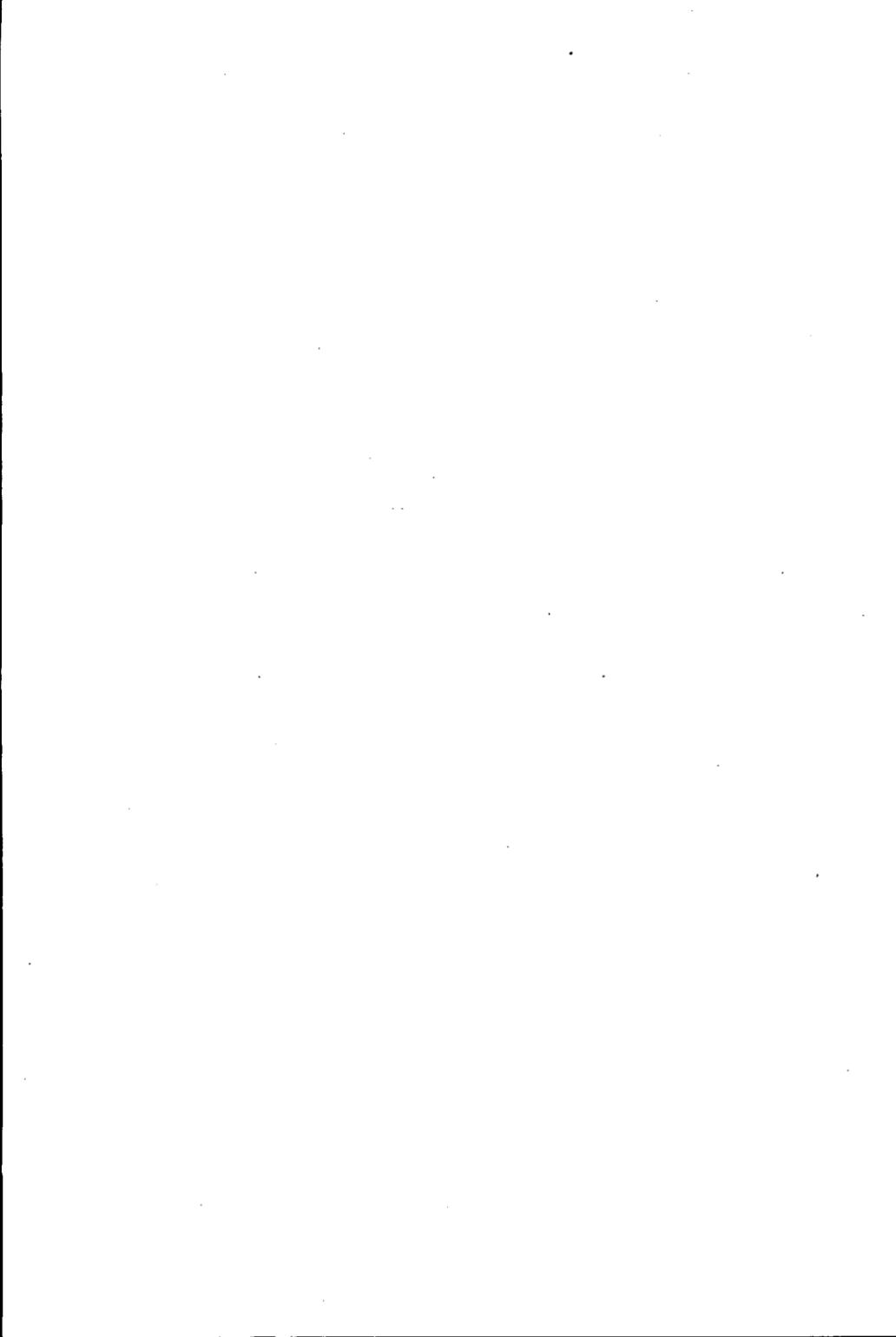
引用标准名录

- GB 10183 《桥式和门式起重机制造及轨道安装公差》
- GB 11120 《L-TSA 汽轮机油》
- GB 50170 《电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范》
- GB 50205 《钢结构工程施工质量验收规范》
- GB 50278 《起重设备安装工程施工及验收规范》
- GB/T 11348.2 《旋转机械转轴径向振动的测量和评定（第 2 部分）》
- GB/T 12145 《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》
- GB/T 14541 《电厂用运行矿物汽轮机油维护管理导则》
- DL 438 《火力发电厂金属技术监督规程》
- DL/T 439 《火力发电厂高温紧固件技术导则》
- DL/T 571 《电厂用磷酸酯抗燃油运行与维护导则》
- DL/T 794 《火力发电厂锅炉化学清洗导则》
- DL/T 801 《大型发电机内冷却水质及系统技术规定》
- DL/T 855 《电力基本建设火电设备维护保管规程》
- DL/T 863 《汽轮机启动调试导则》
- DL/T 869 《火力发电厂焊接技术规程》
- DL/T 932 《凝汽器与真空系统运行维护导则》
- DL/T 991 《电力设备金属光谱分析技术导则》
- DL 5009.1 《电力建设安全工作规程（火力发电厂部分）》
- DL 5190.5 《电力建设施工技术规范（第 5 部分：管道及系统）》
- DL/T 1055 《发电机汽轮机、水轮机技术监督导则》
- DL/T 1097 《火电厂凝汽器管板焊接技术规程》

DL/T 5190.6 《电力建设施工技术规范（第 6 部分：水处理及制氢设备和系统）》

DL/T 5204 《火力发电厂油气管道设计规程》

EJ/T 564 《核电厂物项包装、运输、装卸、接收、贮存和维护规定》



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—2012

代替 DL 5011—1992

条 文 说 明

目 次

1	总则	246
3	基本规定	247
3.1	设备开箱检验及保管	247
3.3	设备及系统安装	247
4	汽轮机本体	248
4.2	本体基础	248
4.3	台板与垫铁	248
4.4	汽缸、轴承座及滑销系统	248
4.5	轴承和油挡	249
4.6	汽轮机转子	250
4.7	通流部分设备安装	250
4.8	盘车装置和减速器	250
4.9	汽轮机扣大盖	250
5	发电机和励磁装置	252
5.1	一般规定	252
5.2	轴承座及轴承	252
5.3	定子	252
5.4	发电机转子	253
5.5	调整定子位置和封闭端盖	253
5.6	氢冷和水氢冷发电机的轴密封装置及气体冷却系统	253
5.7	进出水支座和冷却器	253
5.8	冷却水系统	253
5.9	励磁装置	254
6	调节保安装置和油系统	255
6.1	一般规定	255

6.2	电液调节保安装置	255
6.4	汽门及其传动机构	256
6.6	调节油系统	256
6.7	润滑油系统	256
7	汽轮机本体范围的管道	257
7.1	一般规定	257
7.2	阀门及特殊部件	257
7.3	管道安装	257
8	辅助设备	258
8.1	一般规定	258
8.2	凝汽器	258
8.3	空冷装置	258
8.4	抽气设备	258
8.6	箱罐和除氧器	258
9	附属机械	259
9.2	附属机械安装	259
9.3	一般离心泵	259
10	桥式起重机、本体保温、化妆板	260
10.1	桥式起重机	260
11	汽轮发电机组的调整、启动、试运行	261
11.2	附属机械分部试运行	261
11.3	汽水管道的吹扫和冲洗	261
11.4	汽轮机真空系统严密性检查	261
11.5	汽轮机辅助设备试运行	261
11.6	油循环和油系统试运	261
11.7	整套启动试运行一般规定	262
11.9	汽轮发电机组启动及空负荷试运行	262
11.10	发电机投氢及氢系统运行	262
11.13	汽轮发电机组带负荷试运行	262

1 总 则

在汽轮机发电机组的施工活动中，任何施工活动必须有可靠的标准规定文件，保证施工活动的有效性。

3 基本规定

3.1 设备开箱检验及保管

3.1.8 因设备厂家的设计意图和设计理念有差异，对设备安装前的检查应首先以厂家的要求为依据，当厂家要求不明确时，可参照本部分的有关条款。

3.1.9 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。

3.1.10 证明文件是对原材料检验的结果，是质量、安全及环保依据。

3.3 设备及系统安装

3.3.5 安装施工时应注意做好相关的成品保护工作，严禁随意改变建筑结构。

4 汽轮机本体

4.2 本地基础

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

4.3.2 原规范使用的混凝土垫块是由沙子、石子和水泥按一定的比例配置而成；本部分的砂浆垫块是采用目前广泛使用的无收缩灌浆料制作的（砂浆垫块的施工规定参见附录 A），其主要优点是养活周期短、收缩性小且抗压强度高。

4.3.4 每叠垫铁不宜超过 3 块，这 3 块不包括埋置垫铁；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。

4.3.5 第 7 条中的“偏差方向一致”指的是偏差值都为“+”，或都为“-”值。

4.3.7 第 2 条中 L 为地脚螺栓长度。

4.4 汽缸、轴承座及滑销系统

4.4.7 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。

4.4.9 部分百万千瓦级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。

4.4.11 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。

4.4.12 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，测左侧较未加垫片时的抬升值，两侧抬升值之差应符合制造厂要求，宜规定小于 0.05mm。后猫爪的作法和规定同前侧。

4.4.16 高、中压缸整体供货的机组多用于百万级千瓦机组，高压缸与中压缸分缸，各自整体发货到现场，到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。

4.5 轴承和油挡

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。

4.5.7 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”其施工规定可参照执

行。

4.5.9 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 汽轮机转子

4.6.9 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。

4.7 通流部分设备安装

4.7.8 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。

4.7.10 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。

4.7.11 特定的轴向精密加工面包括轴颈的轴肩、联轴器平面、低压转子末级叶片端面等。

4.8 盘车装置和减速器

4.8.8 本条增加了液压盘车安装的技术规定。

4.9 汽轮机扣大盖

4.9.2 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作全面检查，保证正式扣大盖工作的顺利进行。

4.9.3 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，在设备供货条件允许时宜先进行汽门安装和主要管道连接工作。

4.9.3 根据《火电工程汽轮机扣盖前质量监督检查典型大纲》，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。

4.9.10 蒸汽进汽管属于关键部位, 遗留在进气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。

5 发电机和励磁装置

5.1 一般规定

5.1.2 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。

5.1.6 80号滤网，即 80×80 孔/cm²，也就是200目。

5.1.12 发电机、励磁装置轴电流的外溢会损坏转子及轴瓦，危害电机安全运行。

5.2 轴承座及轴承

5.2.2 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。

5.3 定子

5.3.1 确保设备在施工过程中内部清洁，设备不受任何损伤。

5.3.3 本条对氢冷发电机定子安装前除了宜常规检查外还需进行的特殊检查做出了说明。

5.3.4 本条对双水内冷发电机定子安装前除了宜常规检查外还需进行的特殊检查做出了说明。

5.3.7 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。

5.4 发电机转子

5.4.1 本条规定了发电机转子安装前需要进行的相关检查。

5.4.8 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，在实施作业前必须得到认可方可执行。

5.4.9 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。

5.5 调整定子位置和封闭端盖

5.5.5 保证在最大热膨胀情况下，发电机能够安全运行。

5.5.8 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。

5.6 氢冷和水氢氢冷发电机的轴密封装置及气体冷却系统

5.6.5 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。

5.6.9 由于氢气属于危险气体，遇火会产生爆炸，因此在做氢气试验时应杜绝明火作业。

5.7 进出水支座和冷却器

5.7.5 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。

5.8 冷却水系统

5.8.1 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。

5.8.5 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 GB/T 12145《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》、DL/T 889《电力基本建设热力设备化学监督导则》和 DL/T 801《大型发电机内冷却水质及系统技术规定》的有关规定综合考虑。

5.9 励磁装置

5.9.2 本条对励磁装置吊装前应做的相关检查进行了明确规定。

5.9.3 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。

6 调节保安装置和油系统

6.1 一般规定

- 6.1.4** 现场布置的油系统管道安装时应考虑防止运行时中间积存空气。
- 6.1.5** 为保证系统安全、可靠运行，并防止渗漏油现象发生和火灾事故发生。
- 6.1.6** 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。

6.2 电液调节保安装置

- 6.2.1、6.2.2** 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，文中增加了DEH系统中伺服阀（电液转换器）、电磁阀安装规定等内容。
- 6.2.3** 薄膜阀（隔膜阀）仅用于哈汽、上汽的大型机组，东汽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，这些隔离阀安装应按照6.2.8条规定执行。
- 6.2.4** 空气引导阀仅用于哈汽、上汽的大型机组，东汽机组采用电磁阀组实现遮断时抽气止回阀的快速关闭，这些电磁阀组的安装应按照第6.2.5条规定执行。
- 6.2.13** 轴向位移及差胀，是机组安全运行检测的重要指标，测量元件的位置必须正确、可靠，才能保证动静设备的安全。
- 6.2.15** 强化安全防护，防止误操作，保障设备可靠运行。

6.4 汽门及其传动机构

6.4.3 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。

6.6 调节油系统

6.6.1 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，故控制油系管道的施工技术规定是相同的。

6.7 润滑油系统

6.7.5 保证油系统在异常时排油正常，保护环境，保障设备安全。

6.7.7 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。

7 汽轮机本体范围的管道

7.1 一般规定

7.1.2 由于 DL/T 869《火力发电厂焊接技术规程》取代了原《电力建设施工及验收技术规范》(火力发电厂焊接篇), 本条做了相应修改。

7.1.3 光谱检验部分参照 DL/T 991《电力设备金属光谱分析技术导则》规定进行了修改, 增加新出现的材料(T91/P91、T92/P92、P911、P122等)。

7.2 阀门及特殊部件

7.2.2 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。

7.2.7 随着制造厂设备制造质量的提高和产品质量的合同条款规定, 液压气动组件到现场通常不需解体。

7.3 管道安装

7.3.2 防止缸体局部过热、应力变化产生裂纹等损伤设备的行为。

7.3.6 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。

8 辅 助 设 备

8.1 一 般 规 定

8.1.1 该处的表面式热交换器包括蒸发器。

8.2 凝 汽 器

8.2.2 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。

8.2.9 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。切下的钛屑必须及时清理，防止钛材着火导致的火灾事故。

8.2.10 该条公式中的 t 为不锈钢管壁厚， D 为不锈钢管外径。

8.3 空 冷 装 置

8.3.6 第 7 条中承受的安装荷载包括自重。

8.3.7 连接付即指高强度螺栓带有配套的螺母和垫圈。

8.4 抽 气 设 备

8.4.1 射汽抽气器包括汽封抽气器，下同。

8.6 箱 罐 和 除 氧 器

8.6.4 箱灌内部清洁及表面涂层是安全运行的保障。

8.6.9 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。

9 附 属 机 械

9.2 附 属 机 械 安 装

9.2.12 滑动轴承包括支持轴承和推力轴承。

9.3 一 般 离 心 泵

9.3.1 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。

9.3.4 滤网孔眼为 0.10mm，相当于 150 目或 60 号。

10 桥式起重机、本体保温、化妆板

10.1 桥式起重机

10.1.3 本条规定了行车轨道安装时相关参数的允许偏差值。

10.1.8 l 为测量位置轮的弦长，见图 10.1.8-1。

11 汽轮发电机组的调整、启动、试运行

11.2 附属机械分部试运行

11.2.4 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必须在试运中投入，这样才能保护其在试运过程中不受到损坏。

11.2.6 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。

11.3 汽水管道的吹扫和冲洗

11.3.1 吹管过程中，可能有蒸汽进入汽轮机内，为防止转子受热不均导致大轴弯曲必须采取可靠措施。

11.4 汽轮机真空系统严密性检查

11.4.5 所测量数值为同等状态下测量值。

11.5 汽轮机辅助设备试运行

11.5.8 第 6 款理论上的真空即凝汽作用所产生的绝对压力减去工作水的蒸汽压力。

11.6 油循环和油系统试运

11.6.6 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。

11.6.11 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。

11.6.12 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标准进行分级时，可按附录 J 的等量关系进行对照。

11.7 整套启动试运行一般规定

11.7.2 辅机故障减负荷试验是一项综合性试验，主要是检验机组控制功能、逻辑、时序等设计的合理性，同时考验在主要辅机故障时机组整体的适应能力。

11.9 汽轮发电机组启动及空负荷试运行

11.9.2 汽轮机惰走曲线包括惰走时间、转速、真空及顶轴油泵启动的时间等。

11.9.3 汽轮机振动过大时，能造成轴系弯曲、通流部分动静摩擦等严重事故，因此必须紧急停机并进行连续盘车防止大轴永久性弯曲。

11.10 发电机投氢及氢系统运行

11.10.6、11.10.8 此两处的隔断是指供气管已与汇流排分开，不仅是指阀门关闭。

11.13 汽轮发电机组带负荷试运行

11.13.3 由于 100MW 及以下机组真空系统的容积相对于 100MW 以上机组较小，相同的漏汽量对小容积真空系统的影响要更大，试验标准可适当放宽。