

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50971 — 2014

钢铁企业余热发电机械设备工程 安装与质量验收规范

Code for installation and quality acceptance of power
generating by remain energy mechanical
equipment in iron industry

2014 — 01 — 29 发布

2014 — 10 — 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

钢铁企业余热发电机械设备工程
安装与质量验收规范

Code for installation and quality acceptance of power
generating by remain energy mechanical
equipment in iron industry

GB 50971 - 2014

主编部门：中 国 冶 金 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 4 年 1 0 月 1 日

中国计划出版社

2014 北 京

中华人民共和国国家标准
钢铁企业余热发电机械设备工程
安装与质量验收规范

GB 50971-2014



中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 4.25 印张 107 千字

2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷



统一书号: 1580242·367

定价: 26.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 324 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《钢铁企业余热发电机械设备工程 安装与质量验收规范》的公告

现批准《钢铁企业余热发电机械设备工程安装与质量验收规范》为国家标准，编号为GB 50971—2014，自 2014 年 10 月 1 日起实施。第 3.0.6、11.3.3、12.1.3 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 1 月 29 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2009〕88 号)的要求,由北京首钢建设集团有限公司会同有关单位共同编制而成的。

在编制过程中,编制组经广泛调查研究,认真总结了钢铁企业余能发电机械设备工程安装与质量验收的多年实践经验,参考国内外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,完成了规范报批稿,最后报住房和城乡建设部审查定稿。

本规范共分 13 章和 5 个附录,主要技术内容包括:总则,术语,基本规定,设备基础、地脚螺栓和垫板,设备和材料进场验收,蒸汽轮机,燃气轮机,煤气余压透平膨胀机,煤气压缩机和增速机,发电机,余热锅炉,设备试运转,安全与环境保护等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,中国冶金建设协会负责日常管理,北京首钢建设集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中,请各单位结合工程实际情况,总结经验,如发现有需修改补充之处,请将意见和建议寄送至北京首钢建设集团有限公司(地址:北京市石景山区苹果园路 15 号,邮政编码:100041),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:北京首钢建设集团有限公司

中国十九冶集团有限公司

参 编 单 位:冶金工业工程质量监督总站首钢监督站

北京首钢国际工程技术有限公司

北京诚信工程监理有限公司

鞍钢建设集团有限公司

中国十七冶集团有限公司

中国电建河南第二火电建设公司

中国能源建设集团新疆电力建设公司

主要起草人:徐小峰 刘耀齐 郭建平 张永新 宫进国

武文学 金福民 武阔君 胡伟山 余 伟

蔡仲斌 熊德武 杜正华 张 川 王 林

苏立民 刘 燕 韩渝京 樊 泳 阚江鸿

富忠实 刘焕成 余华春 郭继玉 邹鹏举

杨英杰 余 滨

主要审查人:李长良 郭启蛟 廖广昌 范清厚 陈和平

唐 燕 赵 聪 蔡发明 罗明全

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(3)
4	设备基础、地脚螺栓和垫板	(8)
4.1	一般规定	(8)
4.2	设备基础	(8)
4.3	地脚螺栓	(9)
4.4	垫板	(9)
5	设备和材料进场验收	(11)
5.1	一般规定	(11)
5.2	设备及构件	(11)
5.3	材料	(11)
6	蒸汽轮机	(13)
6.1	一般规定	(13)
6.2	台板	(13)
6.3	轴承座、轴承、下汽缸和转子	(14)
6.4	通流部件	(23)
6.5	合缸	(26)
6.6	盘车装置	(28)
6.7	凝汽器	(29)
6.8	联轴器	(31)
7	燃气轮机	(34)
7.1	一般规定	(34)
7.2	整体型燃气轮机	(34)

7.3	支撑装置、下气缸	(35)
7.4	通流部件	(38)
7.5	燃烧室	(40)
8	煤气余压透平膨胀机	(42)
8.1	一般规定	(42)
8.2	下机壳、下叶片承缸和调节缸	(42)
9	煤气压缩机和增速机	(45)
9.1	一般规定	(45)
9.2	整体型煤气压缩机	(45)
9.3	轴流式煤气压缩机	(46)
9.4	离心式煤气压缩机	(47)
9.5	增速机	(48)
10	发电机	(50)
10.1	一般规定	(50)
10.2	整体型发电机	(50)
10.3	定子和转子	(50)
10.4	轴承座及轴承	(52)
10.5	氢冷轴密封装置	(54)
10.6	励磁机及集电环	(56)
11	余热锅炉	(59)
11.1	一般规定	(59)
11.2	锅炉钢架	(59)
11.3	汽包和联箱	(61)
11.4	受热面模块	(62)
11.5	烟风道	(68)
11.6	水压试验	(70)
11.7	严密性试验	(72)
12	设备试运转	(73)
12.1	一般规定	(73)

12.2	蒸汽轮机	(73)
12.3	燃气轮机	(75)
12.4	煤气余压透平膨胀机	(77)
12.5	煤气压缩机	(78)
12.6	发电机	(80)
13	安全与环境保护	(82)
13.1	一般规定	(82)
13.2	安全	(82)
13.3	环境保护	(83)
附录 A	余能发电机械设备工程安装分项工程质量 验收记录表	(84)
附录 B	余能发电机械设备工程安装分部工程质量 验收记录表	(86)
附录 C	余能发电机械设备工程安装单位工程质量 验收记录	(87)
附录 D	余能发电机械设备无负荷试运转记录	(90)
附录 E	设备无垫板安装及流动灌浆工艺	(92)
	本规范用词说明	(97)
	引用标准名录	(98)
	附:条文说明	(99)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(3)
4	Equipment foundation, anchor bolts and bearing plates	(8)
4.1	General requirements	(8)
4.2	Equipment foundation	(8)
4.3	Anchor bolts	(9)
4.4	Bearing plates	(9)
5	Acceptance of equipment and materials in site	(11)
5.1	General requirements	(11)
5.2	Equipment and components	(11)
5.3	Materials	(11)
6	Steam turbines	(13)
6.1	General requirements	(13)
6.2	Sole plates	(13)
6.3	Bearing pedestal, bearing, lower casing and rotor	(14)
6.4	Through-flow parts	(23)
6.5	Joined together tops and bottom cylinders	(26)
6.6	Turning gears	(28)
6.7	Condensers	(29)
6.8	Couplings	(31)
7	Gas turbines	(34)
7.1	General requirements	(34)

7.2	Integral type gas turbines	(34)
7.3	Support devices and lower casings	(35)
7.4	Through-flow components	(38)
7.5	Combustion chambers	(40)
8	Gas pressure recovery turbo expanders	(42)
8.1	General requirements	(42)
8.2	Lower covers, the lower blade bearing cylinders and adjusting cylinders	(42)
9	Gas compressors and gear cases	(45)
9.1	General requirements	(45)
9.2	Integral type gas compressors	(45)
9.3	Axial flow type gas compressors	(46)
9.4	Centrifugal type gas compressors	(47)
9.5	Gear cases	(48)
10	Generators	(50)
10.1	General requirements	(50)
10.2	Integral type generators	(50)
10.3	Rotors and stators of generators	(50)
10.4	Bearing seats and bearings	(52)
10.5	Hydrogen cold shaft seal devices	(54)
10.6	Exciters and collector rings	(56)
11	Waste-heat boilers	(59)
11.1	General requirements	(59)
11.2	Boiler steel frame structure	(59)
11.3	Steam drums and headers	(61)
11.4	Heating surface modules	(62)
11.5	Air and flue gas ducts	(68)
11.6	Hydraulic tests	(70)
11.7	Tightness tests	(72)

12	Equipment test run	(73)
12.1	General requirements	(73)
12.2	Steam turbines	(73)
12.3	Gas turbines	(75)
12.4	Gas pressure recovery turbo expanders	(77)
12.5	Gas compressors	(78)
12.6	Generators	(80)
13	Safety and environmental protection	(82)
13.1	General requirements	(82)
13.2	Safety	(82)
13.3	Environmental protection	(83)
Appendix A: Record of sub-item project quality		
	acceptance for power generating by	
	remain energy mechanical equipment	(84)
Appendix B: Record of sub-section project quality		
	acceptance for power generating by	
	remain energy mechanical equipment	(86)
Appendix C: Record of sub-unit project quality		
	acceptance for power generating by	
	remain energy mechanical equipment	(87)
Appendix D: Record of test run without load for power		
	generating by remain energy	
	mechanical equipment	(90)
Appendix E: Equipment installed without bed piece		
	and flowable grout process	(92)
	Explanation of wording in this code	(97)
	List of quoted standards	(98)
	Addition: Explanation of provisions	(99)

1 总 则

1.0.1 为了规范钢铁企业余热发电机械设备工程安装与质量验收,确保工程质量、安全和环境保护,促进技术进步,提高经济效益,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于钢铁企业新建、改建的高炉煤气余压发电、干熄焦余热回收发电、装机容量不大于 300MW 且以高炉煤气或焦炉煤气为主要燃烧介质的燃气-蒸汽轮机联合循环发电机组的机械设备工程安装与质量验收。

1.0.3 钢铁企业余热发电机械设备工程安装与质量验收,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 联合循环发电装置 combined cycle power plant

燃气轮机循环和蒸汽轮机循环在热力学上的结合,组成燃气-蒸汽联合循环,完成这种热力循环的动力装置称为联合循环发电装置。

2.0.2 合缸 combined cylinder

蒸汽轮机、燃气轮机、煤气压缩机、煤气余压透平膨胀机分为上、下两汽(气)缸,安装时,先安装下汽(气)缸,待内部转子等部件安装和调整完毕后,确认并检查内部部件连接、固定可靠且无任何遗留物后,将上汽(气)缸吊放在下汽(气)缸结合面上,使上、下两汽(气)缸合在一起称合缸。

2.0.3 设备吊装进向 transport equipment to the installation site route and in lifting the direction of place

指设备运输到安装地点的路线和在吊装地点的方向。

3 基本规定

3.0.1 余能发电机械设备工程的施工单位应具备相应的工程施工资质,施工现场应有相应的施工技术标准,健全的质量管理体系、质量控制及检验制度,应有经审批的施工组织设计、施工方案等技术文件。

3.0.2 工程设计变更应有设计单位的工程设计变更通知书或技术核定签证。

3.0.3 余能发电机械设备工程安装与质量验收,应使用经计量检定、校准合格且在有效期限内的计量器具。

3.0.4 余能发电机械设备工程安装应按规定的程序进行,相关专业工序之间应进行交接检验,本专业各工序应按施工技术标准进行质量控制,每道工序完成后,应进行检验并形成记录。上道工序未经检验认可,不得进行下道工序施工。

3.0.5 余能发电机械设备安装前,应具备下列条件:

1 施工图纸等设计文件应齐全。应进行图纸自审和会审,会审应由建设单位或总承包项目管理部门组织,根据会审内容所涉及的专业或部门通知有关单位参加,并形成记录或纪要。

2 设备基础及有关厂房应已完工,与安装工程有关的基础、地坪、沟道等应基本完工。安装施工场地及附近有关的残留建筑材料、杂物等应清除。临时设施、运输道路、水、电、蒸汽、压缩空气以及照明、消防设施等应达到设备安装的要求。

3 劳动力及主要材料、工具、机具、仪器等应齐备,并作出合理安排和配置。

4 根据施工组织设计调配施工机械,部署和组织起重机械进场并进行吊装准备。

3.0.6 蒸汽轮机、燃气轮机、煤气压缩机、煤气余压透平膨胀机的合缸,必须进行隐蔽工程验收,并形成文件。

3.0.7 设备安装及吊装过程中,应采取设备保护措施,不得损伤设备。设备安装后,应采取成品保护措施。

3.0.8 蒸汽轮机、燃气轮机、煤气余压透平膨胀机、煤气压缩机现场组装和安装时,应用专用工具安装和专用吊具吊装。

3.0.9 余能发电系统工程的管道安装和质量验收应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683、《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 和《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184、《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 的有关规定。

3.0.10 余能发电机械设备工程压力容器及压力管道安装应符合现行行业标准《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004、《压力管道安全技术监察规程——工业管道》TSG D0001、《锅炉安全技术监察规程》TSG G0001 的有关规定。

3.0.11 余能发电机械设备现场安装及各部间隙的调整值,应符合制造厂安装技术文件的要求。

3.0.12 余能发电机械设备工程安装与质量验收应在施工单位自检基础上,按分项工程、分部工程、单位工程进行。分部工程及分项工程划分宜符合表 3.0.12 的规定。单位工程宜按工艺系统、使用功能划分。

表 3.0.12 余能发电机械设备安装分部工程及分项工程划分

序号	分部工程	分 项 工 程
1	蒸汽轮机安装工程	台板、轴承座、轴承、下汽缸和转子、通流部件、合缸、盘车装置、凝汽器、联轴器等
2	燃气轮机安装工程	底板、底盘、轴承座、下气缸和转子、通流部件、合缸、燃烧室、联轴器、空气过滤器、煤气除尘器、煤气冷却器等

续表 3.0.12

序号	分部工程	分 项 工 程
3	煤气余压透平膨胀机 安装工程	台板或底座、轴承座、下气缸、转子、下叶片承缸 和调节缸、合缸、联轴器等
4	煤气压缩机和增速机 安装工程	轴流型煤气压缩机、离心型煤气压缩机、增速 机、盘车装置、联轴器等
5	发电机安装工程	台板或底座、发电机氢气冷却系统、发电机定子 和转子、轴承座、端盖、励磁机及集电环,联轴节、 出线系统、轴接地系统等
6	余热锅炉安装工程	钢架、汽包、受热面模块、烟道、烟囱、烟气入口 段和消声器、除氧水器、排污器、水压试验、严密性 试验、锅炉清洗、吹扫等

3.0.13 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 主控项目检验结果应全部合格。
- 2 一般项目检验结果中,机械设备全部检查点(值)应符合本规范的质量标准。工艺钢结构制作、安装 80% 及以上的检查点(值)应合格,且其余实测值不应超过其允许偏差值的 1.2 倍。管道制作、安装 80% 及以上的检查点(值)应合格,且其余实测值不应超过其允许偏差值的 1.1 倍。
- 3 质量验收记录及质量合格证明文件应完整。

3.0.14 分部工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 分部工程所含分项工程质量均应验收合格。
- 2 质量控制资料应完整。
- 3 设备单体无负荷试运转应合格。

3.0.15 单位工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 单位工程所含的分部工程质量均应验收合格。
- 2 质量控制资料应完整。
- 3 设备无负荷联动试运转应合格。
- 4 观感质量验收应合格。

3.0.16 单位工程观感质量检查项目应符合下列要求,且各项随

机抽查不应少于 10 处：

1 连接螺栓：螺栓、螺母与垫圈应按设计配置齐全，紧固后螺栓应露出螺母或与螺母平齐，外露螺纹应无损伤，螺栓穿入方向除构造原因外应一致。

2 密封状况：应无明显漏油、漏水、漏气情况。

3 管道敷设：布置应合理，排列应整齐。

4 隔声与绝热材料敷设：应层厚均匀、绑扎牢固，表面平整。

5 油漆涂刷：涂层应均匀，无漏涂，无脱皮，无明显皱皮和气泡，色泽应基本一致。

6 走台、梯子、栏杆：应固定牢固，无明显外观缺陷。

7 焊缝：焊波应均匀，焊渣和飞溅物应基本清理干净。

8 切口：切口处应无熔渣。

9 成品保护：设备应无缺损，裸露加工面应保护良好。

10 文明施工：施工现场应管理有序，设备周围应无施工杂物。

3.0.17 余能发电机械设备工程安装质量验收记录应符合下列规定：

1 分项工程质量验收记录应符合本规范附录 A 的规定。

2 分部工程质量验收记录应符合本规范附录 B 的规定。

3 单位工程质量验收记录应符合本规范附录 C 的规定。

4 设备无负荷试运转记录应符合本规范附录 D 的规定。

3.0.18 余能发电机械设备工程安装与质量验收应符合下列规定：

1 分项工程应由监理工程师或建设单位项目技术负责人组织施工单位项目专业技术负责人、质量检查员等进行验收。

2 分部工程应由总监理工程师或建设单位项目负责人组织施工单位项目负责人和技术、质量负责人等进行验收。

3 单位工程完工后，施工单位应自行组织有关人员进行检查

评定,并向建设单位提交工程验收报告。

4 建设单位收到工程验收报告后,应由建设单位(项目)负责人组织施工(含分包单位)、设计、监理等单位(项目)负责人进行单位工程验收。

5 单位工程有分包单位时,总包单位应对工程质量全面负责,分包单位应按本规范规定的程序对所承包的工程项目检查评定,总包单位派人参加。分包工程完成后,应将工程有关资料交总包单位。

4 设备基础、地脚螺栓和垫板

4.1 一般规定

4.1.1 设备安装前,应进行基础交接和验收,未经验收合格的设备基础,不得进行设备安装。

4.1.2 蒸汽轮机发电机组、燃气-蒸汽轮机发电机组、煤气余压发电机组的设备基础沉降值应符合设计文件的规定。

4.2 设备基础

I 主控项目

4.2.1 设备基础混凝土强度应符合设计文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查基础交接资料。

II 一般项目

4.2.2 设备基础轴线位置、标高、尺寸应符合设计文件的规定。设计文件无规定时应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察、用测量仪器检查。

4.2.3 设备基础表面和地脚螺栓预留孔中的油污、碎石、泥土、积水等杂物应清除干净。预埋地脚螺栓的螺纹和螺母应保护完好。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

4.2.4 设备安装前,应去除基础表面的浮浆并凿麻面坑,坑的数量为 20 个/ m^2 ~30 个/ m^2 ,坑的深度不应小于 15mm,坑径不应小于 25mm。

检查数量:抽查 20%且不少于 2 台设备的基础。

检验方法:观察、用钢尺检查。

4.2.5 汽轮机组、蒸汽-燃气轮机、煤气余压透平膨胀机、发电机、余热锅炉应埋设永久中心标板和标高基准点。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查测量成果单,观察检查。

4.3 地脚螺栓

I 一般项目

4.3.1 地脚螺栓的规格、数量、位置、垂直度和外露长度应符合设计文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查质量合格证明文件,钢尺挂线检查。

4.3.2 预留孔地脚螺栓应安设垂直,任一部分离孔壁的距离应大于15mm,且不应碰孔底。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

4.4 垫板

I 安装

4.4.1 垫板的规格、尺寸应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231的有关规定。

4.4.2 座浆法垫板安放应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231的有关规定。无垫板安装应符合本规范附录E的规定。

II 主控项目

4.4.3 座浆法设置垫板,座浆混凝土48h的强度应达到基础混凝土的设计强度。

检查数量:逐批检查。

检验方法:检查座浆混凝土试块的强度试验报告。

Ⅲ 一般项目

4.4.4 设备垫板组的布置和安放应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

检查数量:抽查 20%且不少于 4 组。

检验方法:观察,用钢尺和塞尺、锤击垫板检查。

5 设备和材料进场验收

5.1 一般规定

5.1.1 设备安装前,应进行开箱检查,并应形成检查记录。设备开箱后,应注意保护,并应及时进行安装。

5.1.2 设备及材料进入现场,应根据施工组织设计或施工方案规定的场地整齐堆放,并应有防损伤措施。

5.1.3 设备搬运和吊装时,吊装点应在设备或包装箱的标示位置,搬运和吊装应采取保护措施,不得造成设备损伤。

5.2 设备及构件

I 主控项目

5.2.1 余能发电系统机械设备及构件的型号、规格、质量、数量应符合设计文件的规定,所有合金钢部件应对合金元素进行复核。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查质量合格证明文件、光谱分析。

5.3 材料

I 主控项目

5.3.1 螺栓表面应光洁、平滑,无凹痕、裂口、锈蚀、毛刺和其他引起应力集中的缺陷。大于或等于 M32 的高温螺栓光谱检查、硬度检查、无损探伤检查应符合设计文件和制造厂安装技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,光谱、探伤检查,检查检验报告。

II 一般项目

5.3.2 原材料、标准件其型号、规格、质量、数量、性能应符合设计文件和国家现行产品标准的要求。

检查数量:实物抽查 1%,且不应少于 5 件。

检查方法:外观检查或实测,检查质量合格证明文件、复验报告及验收记录。

5.3.3 焊接材料品种、规格、性能应符合设计文件和国家现行产品标准的规定。焊条、焊剂、焊丝、熔嘴在使用前应按产品说明书及焊接工艺文件的规定进行烘焙和存放。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查质量合格证明文件、焊条烘焙记录。

6 蒸汽轮机

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于下列类型轴流式汽轮机的安装与质量验收：

1 进、排汽侧支撑轴承座均为落地式且与缸体不一体的汽轮机。

2 进汽侧支撑轴承座为落地式，排汽侧支撑轴承与缸体制成一体的汽轮机。

3 进、排汽侧支撑轴承座均与缸体制造成一体的汽轮机。

6.2 台板

I 主控项目

6.2.1 台板地脚螺栓紧固应符合设计文件和制造厂安装技术文件的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用力矩扳手检查。

II 一般项目

6.2.2 垫板与垫板、垫板与台板底面之间的接触应密实且均匀。

检查数量：全数检查。

检验方法：用 0.05mm 塞尺检查，垫板同一断面两侧塞入的长度之和不应大于垫板长度或宽度的 1/3。

6.2.3 台板表面应平整、光滑、无毛刺，台板上的孔洞应通透。地脚螺栓穿入台板上的螺栓孔后，螺栓与孔周围的间隙不应小于 5mm。

检查数量：抽检 20%。

检验方法：观察、用钢尺检查。

6.2.4 台板标高找正时，预设转子轴线的扬度应符合设计文件的

规定。台板安装宜按表 6.2.4 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 6.2.4 规定的方法检验。

表 6.2.4 台板安装(mm)

项次	检验项目	允许偏差	检 验 方 法
1	纵、横中心线	1.0	拉线、挂线坠用钢尺检查或用经纬仪检查
2	标高	±0.5	用水准仪或钢尺检查
3	水平度	0.10/1000	用平尺、水平仪或水准仪检查

6.3 轴承座、轴承、下汽缸和转子

I 安 装

6.3.1 轴承座安装前内部应干净,无铸砂、裂纹、锈污及杂物,渗油试验应无渗漏。油室及油路等部件应吹扫干净,轴瓦的进油孔与轴承座上的供油孔应对正且畅通。

6.3.2 进汽侧和排汽侧支撑轴承座均为落地式且与缸体不一体的汽轮机,其轴承座、转子和汽缸的安装应符合下列规定:

1 轴承座安装应符合下列规定:

1)轴瓦瓦背与轴承座或其垫块接触应均匀,其面积不应小于 75%。

2)排汽侧轴承座的纵向水平度宜以找正的进汽侧转子轴颈水平度为基准,按制造厂安装技术文件规定的扬度值找正排汽侧轴颈的水平度。横向水平度可通过块规、平尺和水平仪找正。找正进汽侧轴承座的水平度的同时,应兼顾轴颈推力盘与轴承座内端面或轴肩与轴承座内端面垂直加工面的平行度。

3)转子吊入后,转子轴颈与两侧瓦口的间隙应符合设计文件的规定。轴颈与轴承瓦口两侧间隙应相等,差值不应大于 0.03mm。

2 下汽缸应符合下列规定：

- 1)分段出厂的下汽缸,相关尺寸应符合设计文件规定。拼装时应按制造厂的组装记号拼装。
- 2)下汽缸的初找正应以轴承座为基准进行找正,在汽缸洼窝内检测下汽缸的纵向中心线与轴承座中心线应重合。应在下汽缸中分面检测标高。

3 转子应符合下列规定：

- 1)转子安装前,汽封、轴颈、推力盘等部件应无污、无锈、无毛刺等缺陷。焊接转子焊缝应无裂纹、气孔、夹渣等缺陷。叶片应无损伤,汽封片应牢固、无歪斜和损伤。
- 2)转子吊装时应采用专用吊具和防止转子损伤的保护措施。
- 3)转子第一次吊入汽缸内时,应将汽封块全部拆除。
- 4)盘动转子应采取防止轴瓦转动和转子窜动的措施,转动部与静止部应无阻碍物,转动时不得伤及转子、汽缸和轴承。
- 5)转子在汽缸内找中心时,应在制造厂指定的位置测量。制造厂无要求时,宜以进汽和排汽侧汽封或油挡洼窝为准,且每次测量应在同一位置。
- 6)转子吊装就位后应复测各轴肩的端面和径向跳动、轴颈的圆度、圆锥度,并应符合设计文件和制造厂安装技术文件的规定。

6.3.3 下汽缸纵向水平度的找正,宜以找正后的轴颈水平度为基准,并按制造厂安装技术文件规定的扬度值找正另一轴颈的水平度。横向水平宜用平尺、水平仪在中分面检测。

6.3.4 进汽侧支撑轴承座为落地式,排汽侧支撑轴承与缸体制成一体的汽轮机的安装应符合下列规定：

- 1 安装进汽侧支撑轴承座前应复测纵、横向中心线、水平度和标高。

2 下汽缸就位后,以进汽侧轴承座为基准找正下汽缸汽封注窝和排汽侧轴承中心线、水平度和标高。

3 安装轴承等零部件并吊入转子就位,下汽缸排汽侧轴承的纵向水平度宜以转子找正中心后的进汽侧轴颈水平度为基准,其相对差应符合制造厂安装技术文件规定的扬度值。轴承座横向水平度可通过块规、平尺和水平仪找正。

6.3.5 进、排汽侧支撑轴承座均与缸体制造成一体的汽轮机安装,应在轴承注窝处复测进、排汽侧轴承座中心,在汽缸剖分面复测标高和机壳剖分面纵、横向水平度。

6.3.6 轴承座和下汽缸最终安装定位后,各部间隙应符合本规范第 6.3.13 条的规定。转子轴颈两端有凸缘时,其与轴瓦端的间隙应符合设计文件的规定。

6.3.7 下汽缸、轴承座与台板的接合面应严密且均匀,螺栓连接副应涂抹防咬合剂。

6.3.8 滑销系统安装应符合下列规定:

1 滑销、滑销槽的配合间隙应符合设计文件规定。各滑动配合面应无损伤和毛刺,必要时应进行修刮。

2 在汽缸台板或轴承座上的滑销、用螺栓连接的定位销、内外汽缸水平结合面的横销应牢固可靠,固定滑销的螺钉不得影响滑销的滑动。滑销往复滑动应灵活自如,不得卡涩。

3 猫爪横销承力面与滑动面、定位销与销孔应接触均匀。

6.3.9 轴瓦安装应符合下列规定:

1 轴瓦油道及油孔应清洁畅通,轴瓦乌金应无夹渣、气孔、凹坑及裂纹等缺陷。乌金脱胎应符合制造厂安装技术文件的要求。轴瓦应进行 100% 渗透和超声波探伤检验。

2 上下轴瓦装配不允许错口,轴瓦中分面间隙不应大于 0.05mm。

3 轴瓦楔形油隙和顶轴油囊应符合设计文件规定。

4 轴瓦与轴承座结合球面的接触面积应大于 75%,且均匀。

中分面处局部间隙不应大于 0.03mm。

5 轴瓦的进油孔应与轴承座上的供油孔对正,进油孔带有节流孔板时,应测量节流孔直径。孔板的厚度不得妨碍垫块与洼窝的紧密接触。

6 轴瓦与转子轴颈接触应符合设计文件和制造厂安装技术文件的规定。

7 埋入轴瓦的温度测点位置应符合设计文件的要求。

8 推力瓦块应逐个编号,测量其厚度,总装时将推力盘压向瓦块。

9 推力瓦间隙应按设计文件要求调整,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。往复顶动汽轮机转子,测取转子位移值和推力轴承位移值,取两位移值之差作为推力瓦间隙值。

10 轴瓦紧力不得与轴瓦间隙同时测取。

6.3.10 油挡板中分面的对口应严密不错位且牢固。油挡排油孔应排向油室,不得装反。

6.3.11 轴承盖安装前应进行隐蔽工程验收,并应符合下列规定:

1 轴承箱内应清洁、无杂质,全部零部件应安装齐全,螺栓应拧紧锁牢。

2 轴瓦、油挡顶间隙和侧间隙均应检查合格。

3 轴承盖与轴承座结合面应涂抹耐油密封胶,螺栓连接副应涂防咬合剂。

II 一般项目

6.3.12 下汽缸、轴承座与台板接合面连接螺栓的紧固力应符合设计文件的规定。螺栓与螺孔的间隙应符合设计文件规定的机体膨胀方向和膨胀量的要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:用力矩扳手检查,观察检查。

6.3.13 汽轮机的轴承座、轴承、下汽缸和转子的安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 6.3.13 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 6.3.13 规定的方法检验。

表 6.3.13 轴承座、轴承、下汽缸和转子安装(mm)

项次	检 验 项 目			质量标准	检验方法
1	进、排 汽侧 支撑 轴承	轴承 座	纵、横向中心线偏差	≤ 0.5	拉线、挂线坠用钢尺 检查或用经纬仪检查
2			标高偏差	± 0.5	用水准仪检查
3			横向水平度	$\leq 0.05/1000$	用平尺、水平仪检查
4			纵向水平度	以轴颈扬度为准	洼窝找中心后, 用水平仪检查
5			与台板接触面偏差	≤ 0.05	用塞尺检查
6			轴承座滑动量	符合制造厂安装 技术文件	用百分表测量
7		可倾瓦 轴承	间隙	$1.2d/1000 \sim$ $1.5d/1000$	用压铅法检查
8			接触面	$\geq 75\%$ 且均匀	用着色法检查
9		圆筒形 轴承	顶间隙	$1.5d/1000 \sim$ $2.0d/1000$	用压铅法检查
10			接触弧面	$\geq 75\%$ 且均匀 接触角度 $30^\circ \sim 45^\circ$	用着色法检查
11		椭圆形 轴承	顶间隙	$1.0d/1000 \sim$ $1.5d/1000$	用压铅法检查
12			接触弧面	$\geq 75\%$ 且均匀 接触角度 $30^\circ \sim 45^\circ$	用着色法检查
13		三或四 油楔形 轴承	阻油边与油楔 间隙之和	$1.2d/1000 \sim$ $1.7d/1000$	用压铅法检查
14			接触弧面	$\geq 75\%$ 且均匀	用着色法检查

续表 6.3.13

项次	检 验 项 目			质量标准	检验方法
15	下汽缸	进、排汽侧汽封洼窝纵向中心线与轴中心偏差		符合制造厂安装技术文件	拉线、挂线坠用内径千分尺检查或用经纬仪检查
16		水平中分面	纵向水平度	以轴颈扬度为准	用水平仪检查
17			横向水平度	≤0.2/1000	
18			标高偏差	±0.5	用水准仪检查
19		下汽缸与台板间接触面偏差			≤0.05
20	轴承座与汽缸间定中心梁安装	定中心梁垫片结合面间隙			
21		定中心梁冷态安装预偏量		符合制造厂安装技术文件	用百分表检查
22		定位销与定位套筒直径间隙			用内径千分尺检查
23		定位销与汽缸(轴承座)定位孔过盈			
24		定位套筒与定中心梁安装孔直径间隙			

注:1 第9项、第11项、第13项在上、下汽缸试合缸时测量;

2 d 为轴颈直径。

6.3.14 气缸组合、结合面间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 6.3.14 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 6.3.14 规定的方法检验。

表 6.3.14 汽缸组合、结合面间隙

项次	检 验 项 目			质量标准	检验方法
1	焊接式 汽缸 拼缸 组合	汽缸中分面与轴承座标高		符合制造厂 安装技术 文件	用连通管或 水准仪测量
2		端板与侧板焊缝间隙			用塞尺检查
3		端板与侧板焊缝坡口形式			观察
4		汽缸 拼缸 尺寸	对角线	上下、左右小于 或等于 0.5mm	用卷尺测量
5			横向尺寸		
6			纵向尺寸		
7			锚爪孔位置偏差		
	导向销位置偏差				

续表 6.3.14

项次	检 验 项 目		质量标准	检验方法
8	法兰式 汽缸 拼缸 组合	相邻两段汽缸错口量	上、下缸吻合， 符合出厂记录	核查安装记录表
9		螺栓紧固力矩	符合制造厂安 装技术文件	用力矩扳手检查
10		垂直结合面螺母 与汽缸点焊	封闭以前进行 锁紧。如用电焊锁 紧，应在螺母和汽 缸壁处点焊。设计 要求密封焊接的部 位，应同时焊好	观察

6.3.15 汽缸猫爪负荷分配应符合设计文件的规定。设计文件无规定时，宜按表 6.3.15 的质量标准进行验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：按表 6.3.15 规定的方法检验。

表 6.3.15 汽缸负荷分配

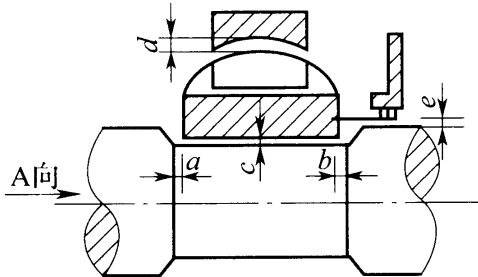
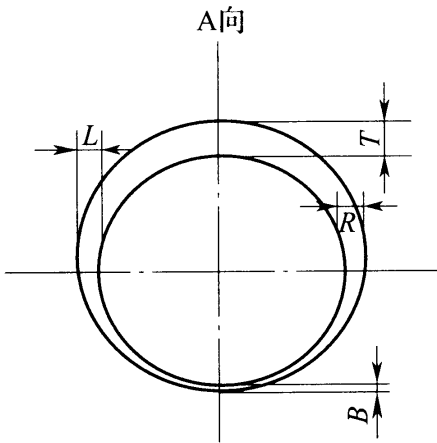
项次	检 验 项 目		质量标准	检验方法
1	猫爪垫块承力面 及滑动面		接触良好，间隙小于 或等于 0.05mm	用塞尺检查
2	猫爪垂弧法分配负荷 左右垂弧差值		符合制造厂安装技术文件， 应小于或等于 0.10mm	用百分表测量 取两垂弧差
3	测力计法负荷 分配比例	前部 后部	符合制造厂安装 技术文件	空缸加转子， 用测力计法检查
4	中心线对称位置负荷差		$\leq 5\%$	—
5	汽缸水平	横向	符合制造厂安装技术文件， 且小于或等于 0.2mm/m	用合像水平仪测量
		纵向	符合制造厂安装技术文件， 一般以转子轴颈扬度为准 (mm/m)	
6	猫爪联系螺栓防跳间隙		符合制造厂安装技术文件	用塞尺检查
7	猫爪螺孔与螺栓四周间隙		符合制造厂安装技术文件， 且满足热膨胀要求	用钢直尺测量

6.3.16 轴瓦安装及轴承油挡间隙调整应符合设计文件的规定。
设计文件无规定时,宜按表 6.3.16 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 6.3.16 的规定的方法检验。

表 6.3.16 轴瓦及油挡间隙

项次	检 验 项 目			质量标准	检验方法
1	轴向 间隙	调端 a 电端 b		符合制造厂 安装技术 文件	用钢直尺 测量
2	两侧间隙				用塞尺 测量
3	顶隙 c				用压熔丝、 外径千分 尺、塞尺 测量
4	轴瓦紧力 d				
5	轴承注窝 接触面			$\geq 75\%$ ， 且均匀	涂色检查
6	油挡 间隙 e	上部 T		符合制造厂 安装技术 文件	用塞尺 测量
7		两侧 $L、R$			
8		下部 B			

6.3.17 推力轴承安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 6.3.17 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 6.3.17 规定的方法检验。

表 6.3.17 推力轴承间隙

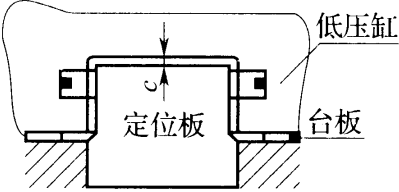
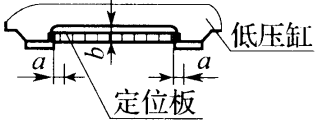
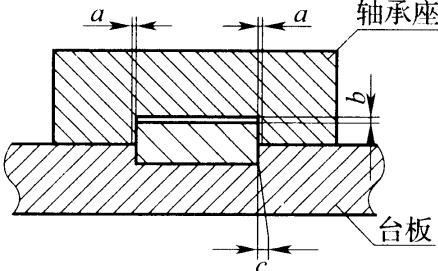
项次	检 验 项 目		质量标准	检验方法
1	推力瓦支撑环 与瓦座	接触面	$\geq 70\%$	用涂色法检查
2		水平结合面 处局部间隙	$\leq 0.05\text{mm}$,局部塞入深度 不超过球面半径的 10%	用塞尺检查
3	瓦垫与进油口接触		四周接触严密	用涂色法检查
4	进油节流孔尺寸		符合制造厂安装 技术文件	
5	推力瓦进出油侧坡度倒角			
6	推力间隙			组装后往复 顶动转子,用 百分表测量
7	每块推力瓦块接触面积		$\geq 75\%$	用涂色法检查
8	油封环总间隙		符合制造厂安装技术文件	用塞尺测量

6.3.18 滑销系统安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 6.3.18 的质量标准进行验收。

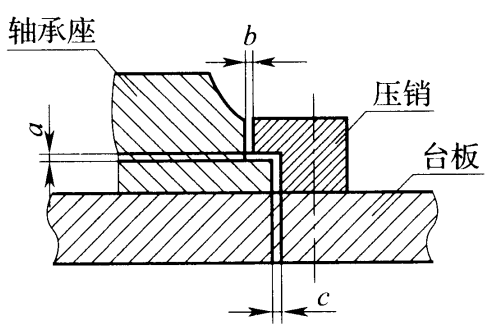
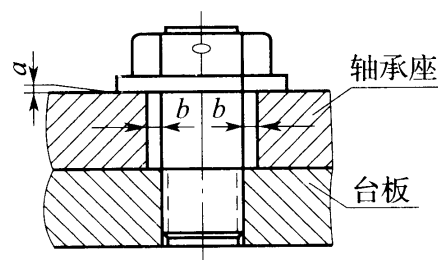
检查数量:全数检查。

检验方法:按表 6.3.18 规定的方法检验。

表 6.3.18 滑销安装

项次	检 验 项 目		质量标准	检验方法
1	汽缸 纵、横 立销		符合制造厂 安装技术 文件	用塞尺、 千分尺 检查
2				
3				
4	前中 轴承 座纵、 横销		符合制造厂 安装技术 文件	用塞尺、 千分尺 检查
5				
6				

续表 6.3.18

项次	检 验 项 目			质量标准	检验方法
7	前中轴承座压销		a	符合制造厂 安装技术 文件	用塞尺 检查
8			b		
9			c		
10	轴承座联系螺栓		a	符合制造厂 安装技术 文件	用塞尺 检查
11			b		

6.3.19 轴承盖结合面密封涂料应均匀,轴承盖紧力应符合设计文件和制造厂安装技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,用压熔丝外径千分尺、塞尺测量。

6.4 通流部件

I 安 装

6.4.1 隔板(套)的安装应符合下列规定:

1 隔板(套)水平结合面、隔板与汽缸间的接触面以及汽封块

的洼窝等部件应无锈蚀、无油污和无损伤。接触面应涂抹防咬合剂。

2 隔板(套)水平中分面自由状态下的间隙应符合设计文件的规定。无规定时,高、中压隔板不应大于 0.05mm。低压缸隔板不应大于 0.08mm。

3 隔板(套)喷嘴在内外环内布置的间距应均等,边缘应尖薄。

4 下隔板定位键,上、下两隔板中分面连接键和槽,定位销,支撑销的配合应符合设计文件的规定。

6.4.2 汽封套的安装应符合下列规定:

1 汽封套应无锈蚀、油污和无损伤,在洼窝内应无松动,其膨胀间隙应符合设计文件的规定。

2 汽封套水平和垂直结合面的销钉应牢固无松动。

3 汽封套水平结合面、汽封套与汽缸垂直结合面应严密,螺栓紧固后局部间隙不应大于 0.05mm。

6.4.3 汽封的安装应符合下列规定:

1 汽封槽道和汽封弧块的外表面应清理干净。汽封弧块在 T 型槽内应活动自如,弹簧弹压应灵活,不得卡涩。

2 安装汽封前洼窝中心左右两侧差值应小于 0.05mm;左右间隙平均值与下部间隙差值应小于 0.05mm。

3 汽封块在汽封槽道内的退让间隙应符合设计文件的规定。汽封弧块端面应接触严密。

4 整圈汽封块分割面端部间隙及总间隙应符合设计文件的规定。无规定时,分割面端部间隙不应大于 0.05mm,总间隙应为 0.10mm~0.20mm。

II 一般项目

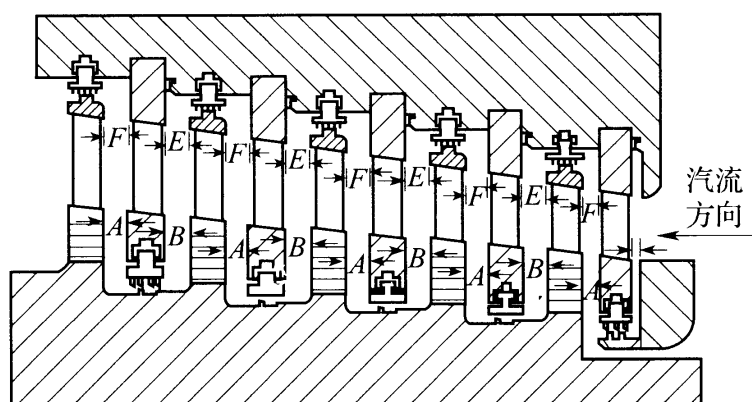
6.4.4 通流部件安装间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 6.4.4 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

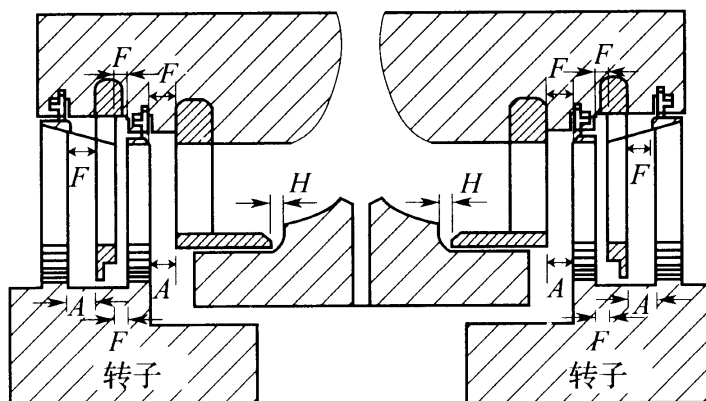
检查标准:按表 6.4.4 规定的方法检验。

表 6.4.4 通流部件安装间隙

项次	检 验 项 目		质量标准	检验方法
1	通流部分 轴向间隙 (图 6.4.4)	进汽侧叶顶间隙 F	符合制造厂 安装技术文件	0°和 90°分别测量转子通流,轴向间隙用塞尺或楔形塞尺测量;径向间隙用塞尺测量,全实缸状态贴胶布检查
2		排汽侧叶顶间隙 E		
3		进汽侧叶根间隙 A		
4		排汽侧叶顶间隙 B		
5		汽封齿进汽侧轴向间隙		
6		汽封齿出汽侧轴向间隙		
7	通流部分 径向间隙	阻汽径向汽封		
8		隔板径向汽封		
9	汽封块圆周膨胀间隙			
10	转子定位尺寸			用塞尺或楔形塞尺检查
11	最小轴向通流间隙			转子按 K 值位置定位后,分别在半实缸及全实缸状态下顶推转子进行测量



(a) 高中压缸通流间隙



(b) 低压缸通流间隙

图 6.4.4 通流部分轴向间距

6.4.5 汽封安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 6.4.5 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检查标准:按表 6.4.5 规定的方法检验。

表 6.4.5 汽封间隙

项次	检 验 项 目			质量标准	检验方法
1	汽封螺栓紧固			符合制造厂 安装技术文件	用力矩扳手检查
2	平衡活塞 环汽封	高低齿	汽封齿轴向间隙		轴向间隙用塞尺 或楔形塞尺测量;径 向间隙用塞尺测量, 全实缸状态贴胶布 检查
3			汽封齿径向间隙		
4		平齿	汽封齿径向间隙		
5	端部汽封	高低齿	汽封齿轴向间隙		
6			汽封齿径向间隙		
7		平齿	汽封齿径向间隙		

6.5 合 缸

I 安 装

6.5.1 上、下汽缸合缸前的隐蔽工程验收应符合下列规定:

1 汽缸内零部件无短缺、无缺陷,组装位置准确。

2 汽缸、管段内部、蒸汽室内部应清理干净无杂物,管口及仪表插座堵头应封闭严密。

3 零部件结合部位涂料正确,涂抹均匀。

4 汽缸水平结合面涂料符合设计文件和制造厂安装技术文件的要求,厚度均匀。

6.5.2 试合缸时上汽缸吊装应采用专用吊具,并应在下汽缸中分面上安装导向装置。

6.5.3 合缸工作开始至结束应连续进行,不得中断。合缸完毕后应盘动转子,确认汽缸内部无摩擦音响。

6.5.4 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最大膨胀量。汽机冷启动前应记录指示器起始位置和室温。

II 主控项目

6.5.5 上、下汽缸合缸前,内部各零部件应无短缺、无缺陷,各零部件安装应符合设计文件的规定和制造厂安装技术文件的要求。汽缸内应干净无杂物,管口及仪表插座堵头应封闭严密。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查安装记录。

III 一般项目

6.5.6 上汽缸试吊就位后,检查通流部分径向间隙及隔板径向间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按本规范表 6.4.4 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查安装记录。

6.5.7 上汽缸试吊就位后,检查汽封体径向间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按本规范表 6.4.5 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查安装记录。

6.5.8 上、下汽缸合缸后,气缸中分面螺栓紧固顺序应正确,螺栓紧固力应符合设计文件和制造厂安装技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,用力矩扳手检查。

6.5.9 汽缸水平结合面连接螺栓与螺栓孔四周间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,间隙不应小于 0.50mm。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,检查记录表。

6.5.10 上、下汽缸结合面在冷态下紧固 1/3 的螺栓后,结合面间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 6.5.10 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 6.5.10 规定的方法检验。

表 6.5.10 上、下汽缸结合面间隙(mm)

项次	项 目	质量标准	检验方法
1	前部、中部水平结合面	≤ 0.03	用塞尺检查
2	后部水平结合面	≤ 0.05	
3	汽缸前、中、后垂直结合面		

6.6 盘 车 装 置

I 安 装

6.6.1 盘车增速机与汽轮机结合面的垫片应符合设计文件的规定。无规定时,应采用厚度适宜的耐油垫片,并涂抹耐油密封膏料。

6.6.2 盘车装置安装应预留转子轴向热胀值,其联轴器罩安装应使转子热胀后仍与罩壳保持一定间隙。轴和操作杆穿过外壳处的油封装置应严密不漏油。

II 一 般 项 目

6.6.3 盘车装置小齿轮与汽轮机转子轴上大齿轮的啮合应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 6.6.3 的质量标准

进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 6.6.3 规定的方法检验。

表 6.6.3 盘车装置小齿轮与汽轮机转子轴上大齿轮的啮合

项次	项 目		质量标准	检验方法
1	齿侧间隙		符合制造厂安装技术文件	压铅法或塞尺检查
2	接触面	按齿长度	$\geq 75\%$	着色法检查
3		按齿宽度	$\geq 65\%$	

6.6.4 盘车装置离合器的同心度和滑轴的径向跳动应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 6.6.4 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 6.6.4 规定的方法检验。

表 6.6.4 盘车装置离合器和滑轴安装(mm)

项次	项 目		质量标准	检验方法
1	离合器	径向位移	≤ 0.04	用百分表检查
2		倾斜度(半径为 200mm)	≤ 0.05	
3	滑轴	径向跳动	≤ 0.30	

6.6.5 盘车装置各结合面应严密,局部间隙不应大于 0.05mm。

检查数量:全数检查。

检验方法:用 0.05mm 塞尺检查应不能塞入。

6.7 凝 汽 器

I 安 装

6.7.1 底部采用弹簧支承型,与排汽缸采用刚性连接的凝汽器安装应符合下列规定:

1 排汽缸与凝汽器的连接采用焊接连接时,其焊缝质量应符

合设计文件的规定。

2 焊接应采取防止焊接变形措施,宜用百分表监测排汽缸台板四角的位移。

6.7.2 底部刚性支承型,与排汽缸连接采用膨胀节连接的凝汽器安装应符合下列规定:

1 底部刚性支承件应符合下列规定:

1)滑动板和固定板的布置应符合设计文件的规定。

2)滑动板的安装应满足凝汽器膨胀方向和膨胀量的要求。

2 排汽缸与凝汽器的连接应符合下列规定:

1)喉管为异种钢时,与凝汽器焊接应有焊接工艺评定,并根据评定报告确定焊接工艺。

2)焊接质量应符合设计文件的规定。

II 一般项目

6.7.3 凝汽器与排汽缸连接应无渗漏,焊接质量应符合设计文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:渗油或着色检查。

6.7.4 弹簧座底板安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 6.7.4 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 6.7.4 规定的方法检验。

表 6.7.4 弹簧座底板安装(mm)

项次	项 目	允许偏差	检验方法
1	纵、横向中心线	5	拉线、挂线坠用钢尺检查
2	标高	±5	用钢尺或水准仪检查
3	汽缸台板四角的变形和位移	0.10	用百分表检查

6.7.5 底部刚性支承型底部滑动板和固定板的安装应符合设计

文件的规定。设计文件无规定时,宜按本规范表 6.7.4 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按本规范表 6.7.4 规定的方法检验。

6.8 联 轴 器

I 安 装

6.8.1 余能发电机组轴系联轴节中心的找正,应按设计文件规定的机组轴系弯曲曲线顺序进行。

6.8.2 联轴器找中心应符合下列规定:

1 同轴串联排列的机组联轴器找中心时,应各自处于自由状态。两个转子之间不得有刚性连接。

2 联轴器两个法兰的相对位置应按制造厂的标记对合。无标记时,可使两法兰跳动值互补并使各螺栓孔互相对准,联轴器最后对正并联接后应作标记。

3 当联轴器中心与转子扬度有矛盾时,应以联轴器中心为准。

4 联轴器找中心时,凝汽器充水量应符合设计文件的规定。

5 对于只有一个支持轴承的转子,使用临时假瓦找联轴器中心时,对轮连接并拆除假瓦后,应保持对轮处的洼窝中心值不变。

6.8.3 联轴器中心找好后,应在下列工作阶段进行复查:

1 凝汽器与汽缸连接完毕(支承轴承为落地式的汽轮机除外)。

2 基础二次灌浆完毕并紧固地脚螺栓后。

3 上、下两汽缸合缸并紧固结合面螺栓后。

4 导汽管或大径冷拉管与汽缸连接后。

5 弹性基础的弹簧隔振器释放后。

II 主控项目

6.8.4 余能发电机组轴系的联轴节开口值、中心高度、水平偏移值应符合设计文件的规定和制造厂安装技术文件的要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查轴系各联轴节的找正记录。

III 一般项目

6.8.5 汽轮机联轴器找中心应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 6.8.5 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 6.8.5 规定的方法检验。

表 6.8.5 联轴器找中心

项次	项 目		质量标准	检验方法
1	联轴器相对位置		符合厂家标记,无标记时 尽量使瓢偏相互抵消	用塞尺、塞块或 百分表测量
2	联轴器 中心 偏差	中心实测高差值与 制造厂要求预留值偏差	≤0.02mm	
3		左右中心偏差		
4		上下张口实测值与 制造厂要求值偏差	≤0.03mm	
5		左右张口偏差		
6	转子定位尺寸偏差		符合制造厂安装技术文件	用内、外径 千分尺检查
7	联轴器垫片厚度偏差		≤0.02mm	用外径 千分尺检查
8	转子轴颈扬度		符合制造厂安装技术文件	用合像 水平仪测量

6.8.6 汽轮机联轴器铰孔连接应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 6.8.6 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 6.8.6 规定的方法检验。

表 6.8.6 联轴器铰孔连接

项次	项 目		质量标准	检验方法
1	铰孔 联轴器	铰孔后对应靠背 轮螺栓孔径偏差	符合制造厂安装技术文件	用内径量表测量
2		螺栓与螺孔配合		用内径量表、外径 千分尺测量
3	联轴器止口间隙或紧力			用千分尺测量
4	螺栓紧固		紧固顺序正确,紧固程度 符合制造厂安装技术文件	用力矩扳手或液压 拉伸专用工具检查
5	轴向调整垫片的厚度偏差		≤0.02mm	用块规测量
6	联轴器连接前后圆周晃动变化			联轴器正式连接 前后用百分表测量

7 燃 气 轮 机

7.1 一 般 规 定

7.1.1 本章适用于燃气-蒸汽轮机联合循环发电机组中燃气轮机的安装与质量验收。第 7.3 节～第 7.5 节适用于具有水平结合面的燃气轮机安装与质量验收。

7.1.2 机组蠕变检测点的安装和质量验收应符合设计文件的规定。

7.1.3 燃气轮机底板的安装和质量验收应符合本规范第 6.2 节的规定。

7.1.4 燃气轮机轴承座、轴承、转子的安装和质量验收应符合本规范第 6.3 节的规定。

7.1.5 燃气轮机上、下气缸合缸应符合本规范第 6.5 节的有关规定。

7.1.6 联轴器的安装和质量验收应符合本规范第 6.8 节的规定。

7.2 整体型燃气轮机

I 安 装

7.2.1 整体型燃气轮机安装前,应预先安装或临时就位机体下部的燃气管道、入口空气箱下部分、旁通装置及支架等部件。

7.2.2 整体型燃气轮机支撑装置的尺寸及相互间距应符合下列规定:

1 四(只)立柱支撑装置的燃气轮机,死点榫头与燃烧段下侧的套筒连接应可靠,纵向导向键与机体下侧键槽配合应符合设计文件的规定。

2 导向键的安装应符合制造厂安装技术文件的要求。

II 一般项目

7.2.3 整体型燃气轮机安装地脚螺栓的紧固力应符合设计文件的规定。螺栓与螺孔的间隙应符合设计文件规定的机体膨胀方向和膨胀量的要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:用力矩扳手检查,观察检查。

7.2.4 整体型燃气轮机安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,应按表 7.2.4 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 7.2.4 规定的方法检验。

表 7.2.4 整体型燃气轮机安装(mm)

项次	检验项目	允许偏差	检 验 方 法
1	纵、横中心线	1.0	拉线、挂线坠用千分尺检查或用经纬仪检查
2	标高	± 1.0	用水准仪检查
3	水平度	0.10/1000	用平尺、水平仪或水准仪检查

7.3 支撑装置、下气缸

I 安 装

7.3.1 燃气轮机箱体(机壳)安装前应进行检查,并应符合下列要求:

1 分段组成的气缸,其相邻的水平结合面,在垂直结合部位的相互错位量,以及相邻两段接口平面的中心在水平方向的偏差值,应符合制造厂的出厂记录,并应作记录。

2 气缸中分面或铅垂剖分面在未加涂料时,其结合情况应符合设计文件的要求。

3 气缸的联接螺栓、螺母与气缸螺纹孔的螺纹均应光滑无毛刺,配合应松紧适度,气缸的联接螺栓与气缸螺纹孔的间隙应能满足气缸热膨胀的要求。

4 气缸可转导叶的转轴和轴套的配合间隙应符合设计文件的要求,且转动灵活。

5 燃气轮机箱体(机壳)外观检查应无裂纹、夹渣、焊瘤、气孔及机械损伤等缺陷;各结合面、滑动承力面、法兰等加工面应光洁,无锈蚀和污垢。

7.3.2 气缸和轴承座安装应符合下列要求:

1 轴承座油管及油路应畅通、清洁,油室灌油试验应合格。

2 气缸、轴承座与台板各滑动面连接螺栓与螺栓孔间应有热膨胀间隙,滑动面应涂耐高温涂料。

3 轴承在压气段进气缸的位置应符合制造厂安装技术文件的要求。透平段排气缸内的轴承安装应检查导向键间隙,应通过两侧对中齿轮装置和轴承座下的垫片调整轴承座与气缸的同心度。

4 轴承座和气缸中分面纵、横向水平度的测量位置应以制造厂安装技术文件规定的位置为基准,纵向水平度以转子定心后的轴颈水平度为基准。

II 一般项目

7.3.3 支撑装置的安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按本规范表 7.2.4 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按本规范表 7.2.4 规定的方法检验。

7.3.4 燃气轮机下气缸前后支撑导向键和死点固定销或楔各部位间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,应符合制造厂安装技术文件的要求。

检查数量:全数检查

检验方法:用塞尺检查。

7.3.5 下气缸与台板接合面联接螺栓的紧固力应符合设计文件的规定。螺栓与螺孔的间隙应符合设计文件规定的机体膨胀方向

和膨胀量的要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:用力矩扳手检查,观察检查。

7.3.6 下气缸安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 7.3.6 规定的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 7.3.6 规定的方法检验。

表 7.3.6 下气缸安装(mm)

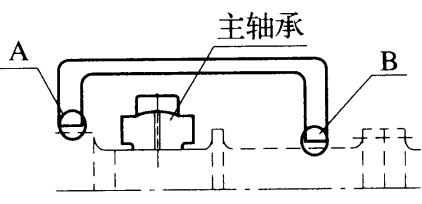
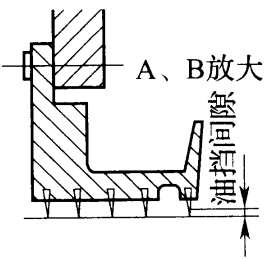
项次	项目	允许偏差	检 验 方 法
1	纵、横中心线	1.0	拉线、挂线坠用内径千分尺检查或经纬仪检查
2	标高	±0.5	用水准仪检查
3	水平度	0.05/1000	用平尺、水平仪或水准仪检查

7.3.7 轴承油挡间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 7.3.7 规定的质量标准进行验收。

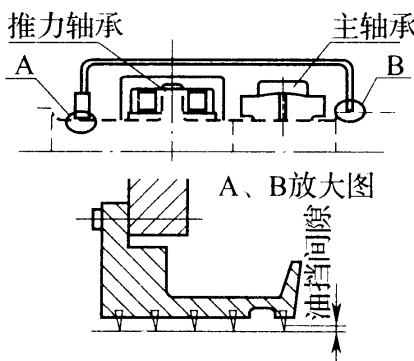
检查数量:全数检查。

检验方法:按表 7.3.7 规定的方法检验。

表 7.3.7 轴承油挡间隙

项次	检 验 项 目				质量标准	检验方法
1	透平段	主轴承压气段		上	符合制造厂安装技术文件	用压铅法检查
2				左右		用塞尺检查
3				下		用压铅法检查
4				上		
5				左右		用塞尺检查
6				下		用压铅法检查

续表 7.3.7

项次	检 验 项 目				质量标准	检验方法
7	压气段	主轴承与推力轴承		上	符合制造 厂安装 技术文件	用压铅法检查
8				左右		用塞尺检查
9				下		用压铅法检查
10			B	上		用压铅法检查
11				左右		用塞尺检查
12				下		用压铅法检查

7.4 通流部件

I 安 装

7.4.1 压气段、透平段静叶安装应符合下列规定：

- 1 可调静叶各转动部分应灵活，各部配合间隙应符合设计文件的规定。
- 2 静叶环安装时，各结合面应涂抹防咬合剂。
- 3 静叶外观检查应无裂纹、铸砂、油污等缺陷，静叶与其槽的结合面应无油漆。

7.4.2 隔板(套)的安装应符合本规范第 6.4.1 条的规定。

7.4.3 轴封安装应符合本规范第 6.4.2 条的规定。

II 一 般 项 目

7.4.4 静叶与静叶槽结合面间隙不应大于 0.04mm。内环与外环径向间隙和圆周方向膨胀间隙应符合设计文件和制造厂安装技术文件的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：用塞尺检查。

7.4.5 轴封间隙、隔板间隙、通流间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时，宜按表 7.4.5 的质量标准进行验收。

检查数量：全数检查。

检验方法:按表 7.4.5 规定的方法检验。

表 7.4.5 轴封、隔板、通流间隙

项次	检 验 项 目				质量标准	检验方法
1	压 气 段	进 气 侧轴封	径 向		符合制造厂 安装技术 文件	用压铅法、楔形 塞尺检查
2			轴 向			
3		隔 板 环 间 隙	径 向	入 口 侧		
4				出 口 侧		
5			轴 向	入 口 侧		
6				出 口 侧		
7		通 流 间 隙	径 向	入 口 侧		
8				中 部		
9				出 口 侧		
10			轴 向			
11	透 平 段	隔 板 环 间 隙	径 向	入 口 侧		
12				出 口 侧		
13			轴 向	入 口 侧		
14				出 口 侧		
15		通 流 间 隙	径 向	入 口 侧		
16				中 部		
17				出 口 侧		
18		排 气 侧 轴 封 间 隙	轴 向			
19			径 向			

7.4.6 燃气轮机压气段初级动、静叶片和透平段末级动、静叶片间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 7.4.6 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 7.4.6 规定的方法检验。

表 7.4.6 燃气轮机压气段初级动、静叶片和透平段末级动、静叶片间隙

项次	检 验 项 目		质量标准	检验方法
1	压气段进气侧 初级段动、静叶	上	符合制造厂安装 技术文件	用压铅法检查
2		左右		用楔形尺检查
3		下		用压铅法检查
4	透平段排气侧 末级段动、静叶	上		
5		左右		用楔形尺检查
6		下		用压铅法检查

7.5 燃 烧 室

I 安 装

7.5.1 单管型和分管型的燃烧室系统各零部件装配前应符合下列要求:

1 燃烧室烧嘴各零部件不得有刻痕、擦伤、裂纹、变形等缺陷;螺纹不得有损坏;各零部件之间配合面应符合设计文件的规定。

2 燃烧器的几何尺寸应符合设计文件的规定。弹簧密封件、联焰管及其定位器、火花塞组件、过渡段及各组件应无裂纹、变形、表面损伤等缺陷。

7.5.2 单管型燃烧室整体安装应符合下列规定:

1 各连接螺栓和结合面应按设计文件均匀涂抹耐高温涂料;所有螺纹部件应涂防咬合剂。

2 紧固螺栓规格型号应符合设计文件的规定。

7.5.3 分管型的燃烧室的安装应符合下列规定:

1 各过渡段的中心找正应采用定心工具进行并符合设计文件的规定。

2 组装烧嘴时应使用专用工具,不得损坏零件。

3 燃烧器安装应处于自由状态,不得给过渡段施加应力。

II 一般项目

7.5.4 单管型燃烧室筒体安装垂直度应符合设计文件的规定。
设计文件无规定时,垂直度不宜大于 1/1000mm。

检查数量:全数检查。

检验方法:吊线坠用钢尺检查。

7.5.5 分管型燃烧室过渡段与压气段气缸间的径向和轴向位移应符合设计文件和制造厂安装技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺检查。

7.5.6 分管型燃烧室过渡段与透平段一级喷嘴的配合间隙和过渡段各密封间隙应符合设计文件和制造厂安装技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺检查。

7.5.7 火花塞组装时,中心电极与两侧电极的间隙应符合设计文件和制造厂安装技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺检查。

8 煤气余压透平膨胀机

8.1 一般规定

- 8.1.1 煤气余压透平膨胀机台板或底座的安装和质量验收应符合本规范第 6.2 节的规定。
- 8.1.2 煤气余压透平膨胀机轴承座、轴承、转子的安装和质量验收应符合本规范第 6.3 节的规定。
- 8.1.3 煤气余压透平膨胀机的上、下气缸合缸应符合本规范第 6.5 节的有关规定。
- 8.1.4 煤气余压透平膨胀机盘车装置的安装和质量验收应符合本规范第 6.6 节的规定。
- 8.1.5 煤气余压透平膨胀机联轴器的安装和质量验收应符合本规范第 6.8 节的规定。

8.2 下机壳、下叶片承缸和调节缸

I 安 装

- 8.2.1 现场组装下部叶片承缸和调节缸时,调节缸、内承缸各静叶及曲柄滑块应进行擦拭和吹扫,调节缸转动处应抹润滑脂。调节缸与承缸连接固定应符合设计文件的规定。
- 8.2.2 静叶采用石墨轴承时,应保持石墨轴承的干燥,不得有煤油、机油渗入。
- 8.2.3 下承缸及调节缸应组合成一体,应用专用连接板固定后吊装入下机壳内并应符合设计文件的规定。
- 8.2.4 进口圈、扩压器下部件的安装应符合设计文件的规定。
- 8.2.5 碳环密封安装时,机壳与承缸组合件安装后,应安装碳环

密封下半体,转子就位后,应安装密封上半体,找正密封体与转子的同心度应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,其同心度不应大于 0.20mm。

II 一般项目

8.2.6 下机壳与台板接合面联接螺栓的紧固力应符合设计文件的规定。螺栓与螺孔的间隙应符合设计文件规定的机体膨胀方向和膨胀量的要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:用力矩扳手检查,观察检查。

8.2.7 下机壳安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 8.2.7 规定的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 8.2.7 规定的方法检验。

表 8.2.7 下机壳安装(mm)

项次	检 验 项 目		允许偏差	检 验 方 法
1	下机壳	纵、横中心线	0.5	拉线、挂线坠用钢尺检查或用经纬仪检查
2		标高	±0.5	用水准仪或钢尺检查
3		水平度	0.05/1000	用平尺、水平仪或水准仪检查
4		与台板接触面	0.05	用塞尺检查

8.2.8 下叶片承缸和调节缸安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按本规范表 6.3.13 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按本规范表 6.3.13 规定的方法检验。

8.2.9 通流部分间隙、轴封间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 8.2.9 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 8.2.9 规定的方法检验。

表 8.2.9 通流部分安装间隙

项次	检 验 项 目			质量标准	检验方法
1	轴封 间隙	进气侧轴封	上	符合制造厂安装 技术文件	用压铅法、楔形塞尺检查
2			下		
3			左右		
4		排气侧轴封	上		
5			下		
6			左右		
7	转子轮毂端面与密封套端面间隙				用塞尺检查
8	各级动、 静叶片 间隙	径向	上		用压铅法、楔形塞尺检查
9			下		
10			左右		

9 煤气压缩机和增速机

9.1 一般规定

- 9.1.1** 本章适用于整体或部件供货的轴流式煤气压缩机和离心式煤气压缩机的安装与质量验收。
- 9.1.2** 煤气压缩机的底座或台板安装和质量验收应符合本规范第 6.2 节的规定。
- 9.1.3** 煤气压缩机的轴承座、轴承、下气缸和转子安装和质量验收应符合本规范第 6.3 节的规定。
- 9.1.4** 煤气压缩机上、下气缸合缸应符合本规范第 6.5 节的规定。
- 9.1.5** 煤气压缩机和增速机联轴器的安装和质量验收应符合本规范第 6.8 节的规定。

9.2 整体型煤气压缩机

I 一般项目

- 9.2.1** 整体型煤气压缩机安装地脚螺栓的紧固力应符合设计文件的规定。螺栓与螺孔的间隙应符合设计文件规定的机体膨胀方向和膨胀量的要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:用力矩扳手检查,观察检查。

- 9.2.2** 整体型煤气压缩机安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 9.2.2 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 9.2.2 规定的方法检验。

表 9.2.2 整体型煤气压缩机安装 (mm)

项次	检 验 项 目	允许偏差	检验方法
1	纵、横向中心线	1.0	拉线、吊线坠用千分尺检查
2	标高	±1.0	用水准仪检查
3	纵向水平度	0.04/1000	用水平仪检查
4	横向水平度	0.06/1000	

9.3 轴流式煤气压缩机

I 一 般 项 目

9.3.1 轴流式煤气压缩机下气缸、轴承座与台板接合面联接螺栓的紧固力应符合设计文件的规定。螺栓与螺孔的间隙应符合设计文件规定的机体膨胀方向和膨胀量的要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:用力矩扳手检查,观察检查。

9.3.2 轴流式煤气压缩机安装各部间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 9.3.2 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 9.3.2 规定的方法检验。

表 9.3.2 轴流式煤气压缩机安装各部间隙

项次	检验项目			质量标准	检验方法
1	转子轴封间隙	进气侧	上	符合制造厂 安装技术文件	用压铅法检查
2			左右		用塞尺检查
3			下		用压铅法检查
4		排气侧	上		用塞尺检查
5			左右		用压铅法检查
6			下		用塞尺检查
7	平衡鼓进、 排气侧轴封		上		用压铅法检查
8			左右		用塞尺检查
9			下		用压铅法检查
10	动叶径向间隙				用压铅法检查
11	静叶径向间隙				
12	静叶调整装置行程				用钢尺检查

9.4 离心式煤气压缩机

I 一般项目

9.4.1 离心式煤气压缩机下气缸、轴承座与台板接合面联接螺栓的紧固力应符合设计文件的规定。螺栓与螺孔的间隙应符合设计文件规定的机体膨胀方向和膨胀量的要求。

检查数量:全数检查。

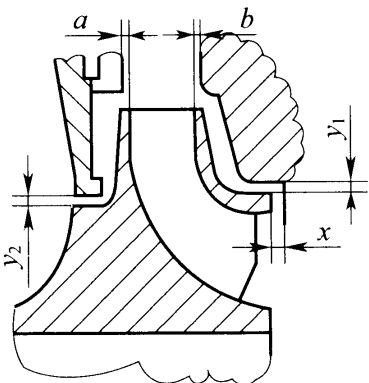
检验方法:用力矩扳手检查,观察检查。

9.4.2 离心式煤气压缩机安装各部间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 9.4.2 规定的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 9.4.2 规定的方法检验。

表 9.4.2 离心式煤气压缩机安装各部间隙

项次	检 验 项 目			质量标准	检验方法
1	各级 动静 叶片 间隙	侧间隙	a, b, x		用百分表 检查
2		顶间隙	y_1, y_2		
3	各级 隔板销 间隙	径向	出口	符合 制造厂 安装技术 文件	用压铅法、 塞尺检查
4			进口		
5		轴向	出口		
6			进口		

续表 9.4.2

项次	检 验 项 目			质量标准	检验方法
7	转子轴封间隙	进气侧	上	符合 制造厂 安装技术 文件	用压铅法检查
8			左右		用塞尺检查
9			下		用压铅法检查
10		排气侧	上		用塞尺检查
11			左右		用压铅法检查
12			下		用压铅法检查
13	平衡鼓轴封间隙	上			用塞尺检查
14		左右			用压铅法检查
15		下			用塞尺检查

9.5 增 速 机

I 一 般 项 目

9.5.1 增速机安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 9.5.1 规定的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 9.5.1 规定的方法检验。

表 9.5.1 增速机安装(mm)

项次	检验项目	允许偏差	检 验 方 法
1	纵向中心线	0.3	挂钢丝线用内径千分尺 检查或经纬仪检查
2	横向中心线	0.5	
3	标高	±0.5	用水准仪检查
4	纵向水平度	0.04/1000	用平尺和水平仪检查
5	横向水平度	0.10/1000	

9.5.2 增速机内齿轮啮合间隙和接触面积应符合设计文件和制造厂安装技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用压铅法检查啮合间隙,用着色法检查接触面积。

9.5.3 增速机底面与底座应紧密贴合,局部间隙不应大于0.05mm。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺检查。

10 发 电 机

10.1 一 般 规 定

10.1.1 制造厂充氮后运到现场的电机,当不能在短期内安装时,应定期检查其氮气压力。压力低于 3.50kPa 时,应补充氮气。

10.1.2 发电机吹扫或严密性试验,应使用经净化且无油、无水、无杂质的干燥空气。

10.1.3 隔绝发电机、励磁机轴电流的绝缘部件应光洁、平整、无翘曲等缺陷。厚度应均匀,绝缘性能应良好。

10.1.4 发电机的底座或台板安装和质量验收应符合本规范第 6.2 节的规定。

10.2 整体型发电机

I 一 般 项 目

10.2.1 发电机安装地脚螺栓的紧固力应符合设计文件的规定。螺栓与螺孔的间隙应符合设计文件规定的机体膨胀方向和膨胀量的要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:用力矩扳手检查,观察检查。

10.2.2 整体型发电机安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按本规范表 7.2.4 规定的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按本规范表 7.2.4 规定的方法检验。

10.3 定子和转子

I 安 装

10.3.1 氢冷发电机定子安装前,应符合下列规定:

1 定子安装前,应确认通风槽和通风孔、顶吊出线盒无尘土、铁屑或遗留工具、材料等物品。

2 发电机出线盒宜在定子就位前吊装就位在底部坑内,并有保护措施。

10.3.2 氢冷发电机转子安装前,应进行检查并符合下列规定:

1 槽楔应无松动,通风沟应清洁畅通,转子上的零件、平衡重块、螺母应固定牢固并有防松装置。

2 轴颈应光洁无油垢、油漆、锈污、麻坑和机械损伤。轴颈的圆度、端面跳动应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,不应大于 0.03mm。

3 离心式风扇叶轮与轴的装配应牢固,叶片应无松动和其他机械损伤,焊缝应无裂纹。轴流式风扇各叶片与风扇罩的最小径向间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜为 1.5mm~2.0mm。

10.3.3 发电机穿转子应符合下列要求:

1 转子上的套箍、风扇、滑环、引出线处以及氢冷转子上的轴封部位均不得作为起吊和支撑的施力点,在施工中不得碰撞。

2 在整个穿转子过程中,定子两端线圈应采取保护措施。转子和钢丝绳均不得擦伤定子内部所有部件和绝缘。

3 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全过程应连续完成,不得中途停止工作。

10.3.4 定子定位应符合下列规定:

1 调整定子相对于转子的磁力中心应向励磁机侧偏移预留值,其值应符合设计文件规定。对氢冷和端盖轴承式的发电机应满足轴密封装置安装的需要。

2 定子与转子相对位置应在定子两端对应点进行,最终位置应作出标记。

3 调整定子与转子之间的气隙应均匀。

II 主控项目

10.3.5 定子和转子严密性试验和压力试验应符合设计文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查严密性试验和压力试验报告。

III 一般项目

10.3.6 定子与转子之间的气隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,其实测值与同一断面平均值之差宜小于平均值10%,最大不应超过1.0mm,且应均匀。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,用专用气隙测量工具检查,检查安装质量记录。

10.3.7 定子端盖法兰结合面应接触严密,间隙不应大于0.05mm。

检查数量:全数检查。

检验方法:紧1/3~1/2螺栓,用0.05mm塞尺检查水平及垂直结合面。

10.3.8 风扇安装完毕,转子对地绝缘电阻值不应小于0.50M Ω 。

检查数量:全数检查。

检验方法:用500VM Ω 表测量。

10.4 轴承座及轴承

I 安 装

10.4.1 发电机轴承座及轴承安装应符合本规范第6.3节的有关规定。

10.4.2 发电机落地式轴承座安装还应符合下列规定:

1 轴瓦与轴肩、风扇与风挡的轴向热膨胀间隙应符合制造厂安装技术文件的要求。

2 绝缘垫板应无拼接缝且厚度宜为3mm,各层绝缘板尺寸

应符合制造厂安装技术文件的要求。

3 施工过程绝缘板外露部分应采取清洁和干燥措施。

10.4.3 发电机端盖式轴承的安装应符合下列规定：

1 端盖轴承各部应无损伤、裂纹、锈蚀。轴瓦合金应无夹渣、气孔、凹坑、裂纹等缺陷。轴瓦油孔应畅通并与轴承座供油孔对正，孔内应无铁屑和杂物。

2 分别安装上下半轴瓦，检查轴颈与轴瓦间隙和接触面，检查球面瓦间隙，应符合设计文件的规定。

3 轴承座与轴瓦连接螺栓的绝缘套筒和绝缘垫片、油管全部连接后与轴承座间绝缘垫片安装应可靠无遗漏。

10.4.4 发电机端盖安装应进行隐蔽工程验收，并应符合下列规定：

1 发电机内端盖与定子壳体结合面应吻合，安装方向应符合设计文件规定。

2 电气、热工试验应符合设计文件的规定。

3 端盖最后封闭前，内部检查应清洁无杂物。

4 密封胶应充填密实。

II 一般项目

10.4.5 端盖式轴承安装，上、下瓦与轴承座，上半瓦与端盖，密封支座与端盖，轴承油挡与端盖绝缘板之间应接触严密，单层及总厚度应符合制造厂安装技术文件的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：各层接触面间用 0.05mm 塞尺检查应不能塞入。

10.4.6 发电机端盖油挡间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时，宜按表 10.4.6 的质量标准进行验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：按表 10.4.6 规定的方法检验。

表 10.4.6 发电机油挡安装

项次	检 验 项 目		质 量 标 准	检 验 方 法
1	端 盖 油 挡	中分面接触	0.05mm 塞尺塞入深度不超过结合面宽度的 1/4	用塞尺测量
2		油挡板边缘厚度	0.1mm~0.2mm	用游标卡尺测量
3		油挡间隙	符合制造厂安装技术文件	分别在 90°弧度范围内,用塞尺测量
4		对地绝缘电阻	符合制造厂安装技术文件,一般大于或等于 0.5MΩ	500VMΩ 绝缘电阻表测量
5	密封 支座 油 挡	中分面接触局部间隙	≤0.10mm	用塞尺测量
6		边缘厚度	0.15mm~0.20mm	用游标卡尺测量
7		油挡间隙	符合制造厂安装技术文件	分别在 90°弧度范围内,用塞尺测量
8	轴 瓦 油 挡	中分面接触局部间隙	≤0.10mm	装到轴瓦上测量
9		油挡间隙	符合制造厂安装技术文件	分别在 90°弧度范围内,用塞尺测量

10.5 氢冷轴密封装置

I 安 装

10.5.1 密封瓦安装应符合下列规定：

- 1 密封瓦座水平结合面接触面积应达到 75%以上且接触均匀。
- 2 密封环厚度、孔径、密封环槽宽度以及与密封环相对应处的轴直径及各部配合间隙应符合设计文件的规定。
- 3 紧固水平结合面螺栓时,密封瓦上、下两半的垂直面应处在同一平面内,不得错口,在水平结合面用 0.03mm 塞尺检查应不能塞入。
- 4 密封瓦与轴颈的径向和轴向总间隙应符合设计文件的规定。

10.5.2 轴密封装置组装应符合下列规定：

1 轴密封装置零件上的钢印标记,应符合制造厂安装技术文件的规定。

2 密封瓦座与轴颈应同心,上、下或左、右的径向间隙差不应超过 0.15mm。

10.5.3 轴密封装置的油挡间隙应符合设计文件规定。

10.5.4 发电机及其气体系统全部安装完毕后应进行整体严密性试验,试验前应符合下列条件：

1 发电机设备及其气体系统和密封油系统应安装齐全,出线瓷套管过渡引线安装应符合现行有关规范的规定。

2 密封油系统油循环冲洗合格,并投入运行,密封油压应高于发电机内部试验气体的压力,其差值应符合设计文件的规定。

10.5.5 发电机及其气体冷却系统整体严密性压力试验和漏气量试验应符合设计文件的要求,并应符合下列规定：

1 整体严密性试验前,宜先分别对氢控制盘、氢气、二氧化碳等管路系统单独进行试验。

2 整体气体冷却系统进行严密性试验时,氢冷却器水侧应通入低于试验气体压力 0.10MPa~0.15MPa 的水。

3 气体系统的漏气量计算应在检漏试验完成后进行,漏气量正式记录应在充入电机内的气体压力达到试验压力并保持 2h 且系统内部气温均匀稳定后开始。

4 漏气量试验时间宜为 24h,并应连续记录。

5 漏气量试验过程中应避免发电机周围的空气温度发生急剧变化。

II 主 控 项 目

10.5.6 发电机及其气体冷却系统整体严密性试验压力和漏气量应符合现行行业标准《氢冷电机气密性检验方法及评定》JB/T 6227 的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,检查严密性试验报告和漏气量试验报告。

III 一般项目

10.5.7 发电机密封瓦的安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 10.5.7 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 10.5.7 规定的方法检验。

表 10.5.7 发电机密封瓦安装

项次	检 验 项 目		质量标准	检验方法
1	密封瓦座	水平结合面接触面	$\geq 75\%$ 且均匀接触	用着色法检查
2		垂直结合面间隙	$\leq 0.05\text{mm}$	用塞尺检查
3		密封瓦背与瓦座接触	均匀接触	用着色法检查
4	密封瓦	中分面接触面积	$\geq 75\%$ 且均匀接触	
5		环室侧面局部间隙	$\leq 0.05\text{mm}$	用塞尺检查
6		侧面平行度		用外径千分尺检查
7		间隙	径向	用塞尺或百分表检查
8			轴向	

10.5.8 密封装置全部安装完后,对地绝缘电阻值不应小于 $0.50\text{M}\Omega$ 。

检查数量:全数检查。

检验方法:用 $500\text{V}\text{M}\Omega$ 表检测。

10.6 励磁机及集电环

I 安 装

10.6.1 励磁机的安装应符合下列规定:

1 直接组装在发电机轴头的励磁机转子,应按设计文件规定的力矩紧固联轴器螺栓,其悬臂末端轴头的径向和端面跳动值应符合设计文件规定。设计文件无规定时,其径向跳动和端面跳动

差值不应大于 0.05mm。

2 励磁机定子、转子的安装应符合本规范第 10.3 节的有关规定。

3 励磁机联轴器连接前,油挡与转轴连接后,转轴与机座间绝缘电阻值不应小于 0.5MΩ。

10.6.2 集电环的安装应符合下列规定:

1 电刷架及其横杆应固定牢靠,绝缘衬管和绝缘垫应无损伤、无污垢,其绝缘电阻不应小于 0.50MΩ。

2 集电环的绝缘套管应完整无裂纹和松动现象,引线连接应牢固。绝缘电阻值在工作温度 75℃ 时应用 500VMΩ 表测量,并不应小于 0.50MΩ。

3 集电环工作面应光滑,不应有锈迹和油垢,集电环绝缘外部绑扎要正确,涂封应严密。

4 集电环与轴配合和各环与绝缘套的配合应牢固。电刷与环接触应紧密,各刷间的压力差不应超过其平均值的 20%。有举刷装置的绕线转子异步电捻头,短路环上的触电与集电环上的刀片应均匀接触,接触面积应为 60% 以上。

5 集电环、碳刷盒与转子凸肩的轴向间隙应满足机组热态膨胀的要求。

II 一般项目

10.6.3 励磁机安装地脚螺栓的紧固力应符合设计文件的规定。螺栓与螺孔的间隙应符合设计文件规定的机体膨胀方向和膨胀量的要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:用力矩扳手检查,观察检查。

10.6.4 励磁机安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按本规范表 7.2.4 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按本规范表 7.2.4 规定的方法检验。

10.6.5 刷握与集电环表面间隙应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,其间隙宜为 2.0mm~4.0mm。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺检查。

11 余热锅炉

11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于余能发电系统中受热面以模块供货的散装锅炉的安装与质量验收。

11.1.2 余热锅炉安装除应符合本章规定外,还应符合现行行业标准《锅炉安全技术监察规程》TSG G0001 和《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004 的有关规定。

11.2 锅炉钢架

I 安 装

11.2.1 锅炉钢架立柱出厂时应划出立柱中心线和标高基准点,且应明显清晰,钢架构件运输、堆放和吊装应采取防变形措施。

11.2.2 柱基础的二次灌浆应在锅炉钢架结构形成空间刚度单元,检测最终安装精度后进行。

II 一般项目

11.2.3 锅炉钢架安装宜按表 11.2.3 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 11.2.3 规定的方法检验。

表 11.2.3 锅炉钢架安装(mm)

项次	检 验 项 目		允许偏差	检验方法
1	钢柱组	柱脚中心线偏差	5	用钢板尺检查
2	合件、立柱	立柱标高偏差	±3	用水准仪或钢尺检查
3	安装	各立柱间相互标高偏差	3	按立柱标高推算

续表 11.2.3

项次	检 验 项 目		允许偏差	检验方法
4	钢柱组合件、立柱安装	各立柱间距偏差	1/1000 柱距,且小于或等于 10	用弹簧秤、钢卷尺在全长上、中、下三处测量
5		立柱垂直度偏差	1/1000 立柱长度,且小于或等于 15	用经纬仪、钢板尺检查
6	立柱对角线差	柱顶大、小对角	1.5/1000 对角线长度,且小于或等于 15	用弹簧秤、钢卷尺测量
		1m 标高处大、小对角		
7	横梁安装	标高偏差	±5	用水准仪或钢尺检查
8		水平度偏差	5	用玻璃管水平或水准仪测量
9		与柱中心线偏差		用钢板尺检查
10	炉顶钢架安装	主梁支座与柱顶平面 支座中心线偏差	3	
11		梁标高偏差	±5	用水准仪或钢尺检查
12		梁间距偏差		用弹簧秤、钢卷尺检测两梁端中心线之间的距离
13		梁间对角线差	1/1000 立柱长度,且小于或等于 10	用弹簧秤拉钢卷尺检测
14		叠梁安装	位置正确、结合紧密	观察

11.2.4 锅炉钢架构件焊接或高强度螺栓连接质量应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的要求验收。

检查数量:符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

检验方法:按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 规定的方法检验。

11.3 汽包和联箱

I 安 装

11.3.1 安装前应对汽包、联箱接管座管头、人孔结合面、焊缝进行检查,管头外径、角度应符合设计文件的规定;人孔结合面应平整、无径向贯穿性伤痕,局部伤痕不大于 0.5mm;焊缝外观应无裂纹、夹渣、汽孔等缺陷,成型良好。

11.3.2 汽包吊装点设置应合理,不得在汽包上焊接吊耳,吊装的吊索不得对汽包造成损伤。

11.3.3 汽包封闭前必须进行隐蔽工程验收,并形成文件。

II 主 控 项 目

11.3.4 汽包封闭前,其内部装置应齐全、连接牢固可靠,连接隔板严密不漏;汽包内部应无尘土、锈皮、金属余屑、焊渣、施工遗留物。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,检查隐蔽工程验收记录。

III 一 般 项 目

11.3.5 汽包、联箱安装后检查其与吊挂接触部位的圆弧,并应吻合,支座与安装在横梁上的底板贴合应严密,吊挂装置吊杆丝扣拧进花篮螺母长度应符合设计文件的规定,丝扣应采取防脱措施。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

11.3.6 汽包、联箱安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 11.3.6 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 11.3.6 规定的方法检验。

表 11.3.6 汽包、联箱安装

项次	项 目		质量标准	检验方法
1	汽包	纵、横向中心偏差	5mm	以锅炉纵、横向膨胀中心为基准,吊线坠,用钢卷尺检测
2		标高偏差	$\pm 5\text{mm}$	用水准仪或钢卷尺检查
3		纵、横向水平度	$\leq 2\text{mm}$	用水准仪或水平仪检查
4		吊环与汽包外圆接触	在 90° 接触角圆弧应吻合,局部间隙小于或等于 2mm	用塞尺检测
5	联箱	标高偏差	$\pm 5\text{mm}$	用水准仪或钢尺检查
6		纵、横向水平度偏差	$\leq 2\text{mm}$	用水准仪或水平仪检查
7		联箱间中心线距离偏差	$\pm 5\text{mm}$	用钢尺检查
8		联箱纵、横向中心线与炉中心线距离偏差		拉钢线、吊线坠钢尺检查
9		联箱、接管座内部清洁	无尘土、锈皮、积水、金属余屑等杂物	封闭前用灯光、反射镜等检查

11.4 受热面模块

I 安 装

11.4.1 受热面模块吊装应在其承载钢架形成稳定体系并检查合格后进行。

11.4.2 受热面模块吊装时应采取保护措施。

11.4.3 受热面管排组合、安装前,应用压缩空气吹扫管子内部,清除尘土、锈皮、积水、金属余屑等杂物,清理完毕进行可靠封堵。

11.4.4 受热面管的焊接应有焊接工艺评定,并应根据评定报告确定焊接工艺,编制焊接作业指导书。受热面管焊缝应有可追溯的焊接记录图表。

II 主 控 项 目

11.4.5 受热面组合、安装前,单根管应进行畅通检查,检查后应做好可靠的封闭措施。

检查数量:全数检查。

检验方法:通球试验,球径应符合表 11.4.5 的规定。

表 11.4.5 通球试验球径

弯 曲 半 径	管 子 外 径		
	$60 \leq D_0 < 76$	$32 < D_0 < 60$	$D_0 \leq 32$
$R \geq 2.5 D_0$	$0.85 D_i$	$0.80 D_i$	$0.70 D_i$
$1.8 D_0 \leq R < 2.5 D_0$	$0.75 D_i$	$0.75 D_i$	
$1.4 D_0 \leq R < 1.8 D_0$	$0.70 D_i$	$0.70 D_i$	
$R < 1.4 D_0$	$0.65 D_i$	$0.65 D_i$	$0.65 D_i$

注: D_i 为管子内径, D_0 为管子外径, R 为弯曲半径。

11.4.6 受热面管焊缝质量应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,应符合现行行业标准《锅炉安全技术监察规程》TSG G0001的有关规定。

检查数量:按设计文件和现行国家标准《锅炉安全技术监察规程》TSG G0001 的规定执行。

检验方法:目测,光谱分析检验、射线探伤检验。

III 一 般 项 目

11.4.7 受热面管对口应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 11.4.7 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 11.4.7 规定的方法检验。

表 11.4.7 受热面管对口

项次	项 目		质量标准	检验方法
1	坡口加工	坡口角度偏差	$\leq 2.5\text{mm}$	用焊缝检查尺检测
2		坡口清洁	在管端内外 10mm~15mm 范围内,无铁锈、油垢,并露出金属光泽	焊接前观察检查
3	管子对口	对口错位	小于或等于 10%管壁厚度,且小于或等于 1mm	100mm 缺口尺、塞尺检查
4		对口间隙	符合作业指导书的规定	过程中用塞尺检测
5		对口偏折度	$\leq 2/200\text{mm}$	在离焊缝中心 200mm 处用钢板尺、塞尺检查且小于或等于 2mm

11.4.8 膜式水冷壁组合应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 11.4.8 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 11.4.8 规定的方法检验。

表 11.4.8 膜式水冷壁组合

项次	项 目		质量标准	检验方法
1	组合件宽度偏差	宽度小于或等于 3m	光管 $\pm 3\text{mm}$, 鳍片管 $\pm 5\text{mm}$	弹簧秤拉钢尺检查
2		宽度大于 3m	光管 $\pm 5\text{mm}$, 鳍片管 2/1000, 最大不超过 15mm	
3	组合件长度偏差		$\pm 10\text{mm}$	用钢尺检查
4	组合件对角线偏差		$\leq 10\text{mm}$	
5	管排平整度偏差		5mm	观察,明显不平部位用钢板尺检查
6	两片水冷壁拼接时,边排管间距偏差		$\pm 3\text{mm}$	用钢板尺检查
7	孔门安装位置偏差		$\pm 10\text{mm}$	

续表 11.4.8

项次	项 目		质量标准	检验方法
8	密封件		平整、牢固,煤油试验严密不漏	观察
9	刚性梁 安装	刚性梁标高偏差	±5mm	用钢尺检查
10		刚性梁与受热面 管中心距离偏差	±5mm	用钢板尺检查
11		刚性梁与 水冷壁连接	无漏焊、错焊, 安装正确,膨胀自如	观察

11.4.9 膜式水冷壁安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 11.4.9 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 11.4.9 规定的方法检验。

表 11.4.9 膜式水冷壁安装

项次	项 目	质量标准	检验方法
1	安装后整体宽度偏差	小于或等于 $2/1000$ 长度, 且不大于 15mm	用钢尺检查
2	管排垂直度偏差	$\leq 1/1000$ 长度且 $\leq 15\text{mm}$	
3	两片水冷壁 拼接排管间距偏差	$\pm 3\text{mm}$	用钢板尺检查
4	连接装置	膨胀自如	观察
5	密封件	平整、牢固,严密不漏	
6	密封焊接	焊缝无裂纹、气孔等缺陷,成型良好	

11.4.10 过热器、省煤器、蒸发器组合应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 11.4.10 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 11.4.10 规定的方法检验。

表 11.4.10 过热器、省煤器、蒸发器组合

项次	项 目		质量标准	检验方法
1	过热器	管排间距偏差	$\pm 5\text{mm}$	观察,目测偏差较大 用钢板尺检查
2		组合件宽度偏差	$\pm 10\text{mm}$	在上、中、下三处位置 用弹簧秤拉钢尺检查
3		管排平整度偏差	$\leq 20\text{mm}$	观察,在明显不平位置 拉线,用钢板尺测量
5	省煤器	组合件平面 对角线偏差	$\leq 10\text{mm}$	用钢尺检查
6		管排间距偏差	$\pm 5\text{mm}$	观察,目测偏差较大 用钢板尺检查
7		组合件宽度偏差		用钢尺检查
8		组合件边排管 垂直度偏差	$\leq 5\text{mm}$	吊线坠、用钢尺检查
9		管排平整度	$\leq 20\text{mm}$	观察,目测偏差较大 用钢板尺检查
10		联箱中心线至蛇形 管弯头距离偏差	$\pm 10\text{mm}$	吊线坠、用钢尺检查
11	附件 安装	防磨装置组合	焊接牢固,平整, 不影响热膨胀	用钢板尺抽查若干点
12		管卡组合	管卡固定挡块无脱落	观察
13		吊挂铁板组合	安装位置正确	
14	铁件焊接		无裂纹、气孔等缺陷, 成型良好	观察,焊缝尺寸用 焊缝检查尺检测

11.4.11 过热器、省煤器、蒸发器安装应符合设计文件的规定。
设计文件无规定时,宜按表 11.4.11 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 11.4.11 规定的方法检验。

表 11.4.11 过热器、省煤器、蒸发器安装

项次	项 目	质量标准	检验方法
1	边缘管与炉墙间隙	$\leq 5\text{mm}$	用钢尺检查
2	立式管排穿顶棚管间隙		观察,目测偏差较大 用钢板尺检查
3	蛇形管自由端长度	$\pm 10\text{mm}$	用钢尺检查
4	管排垂直度	小于或等于 1/1000 管排长度,且小于 或等于 15mm	吊线坠、用钢尺检查
5	管排标高偏差	$\pm 5\text{mm}$	在前、中、后三处位置, 水准仪检查
6	附件安装(防磨装置、 固定装置等)	位置、角度正确,安装 牢固,能满足自由膨胀	观察
7	密封件安装	位置正确,平整牢固, 密封焊接严密不漏	
8	铁件焊接	无裂纹、气孔等缺陷, 成型良好	观察,焊缝尺寸用 焊缝检查尺检测
9	组合件边排管 垂直度偏差	$\leq 5\text{mm}$	吊线坠、用钢尺检查
10	防磨装置安装	焊接牢固,平整,不影 响热膨胀和烟气流通	用钢板尺检测
11	固定管夹安装	安装位置正确,管卡 固定挡块无脱落	用钢尺检查
12	定位板安装	间距均匀,位置正确、 牢固	用钢板尺检查
13	铁件焊接	无裂纹、气孔等缺陷, 成型良好	观察,焊缝尺寸用 焊缝检查尺检测

续表 11.4.11

项次	项 目		质量标准	检验方法
14	蒸 发 器	下联箱的标高	±5mm	用钢尺检查
15		纵向中心线	5mm	拉钢丝线吊线坠 用钢尺检查
16		管排间距偏差	±10mm	用钢尺检查
17		模块前后联箱 至基准点(横梁)距离	±5mm	

11.4.12 安装弹簧支座时,弹簧预压缩量应符合设计文件的规定。弹簧的支承面应与受力方向垂直,各组弹簧受力应均匀。

检查数量:抽查不少于3组。

检验方法:观察,用钢尺检查,检查弹簧预压记录。

11.5 烟 风 道

I 一 般 项 目

11.5.1 锅炉烟气入口段钢架安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 11.5.1 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 11.5.1 规定的方法检验。

表 11.5.1 锅炉烟气入口段钢架安装(mm)

项次	项 目		允许偏差	检验方法
1	立柱	立柱中心线至锅炉 中心线的距离	5	用钢尺检查
2		标高	±5	用水准仪或钢尺检查
3		垂直度	1.0/1000,且不大于 10	挂线坠用钢尺检查
4	横梁	标高	±5	用水准仪或钢尺检查
5		水平度	1/1000	用钢尺检查

11.5.2 烟、风道组合、安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时,宜按表 11.5.2 的质量标准进行验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:按表 11.5.2 规定的方法检验。

表 11.5.2 烟、风道组合、安装

项次	项 目		质量标准	检验方法
1	设备 安装	管道对口	对口间隙均匀,端头气割表面修理平整,对口错位小于或等于 1mm,管壁厚度(t)大于或等于 5mm 时应加工坡口	观察,对口错位用 100mm 缺口尺、塞尺检查
2		安装标高偏差	$\pm 20\text{mm}$	以锅炉 1mm 标高线为基准,用钢尺、玻璃管水平测量
3		管道安装纵横位置偏差	$\pm 30\text{mm}$	以锅炉构架中心线为基准,用钢尺检测
4	伸缩 节 安装	波形伸缩节	密封板焊接牢固严密无泄漏,导流板开口方向与介质的流向一致,无卡涩	检查冷拉记录
5		套筒伸缩节	有足够膨胀量,密封良好	
6		非金属膨胀节	导流板安装方向及间隙符合制造厂安装技术要求,膨胀节有足够膨胀量,密封良好	观察
7	防爆门		位置、方向正确,防爆膜厚度及制作应符合制造厂安装技术文件要求	用钢板尺测量
8	法兰连接		法兰面平整,加垫正确,螺栓受力均匀,丝扣露出长度一致	观察

续表 11.5.2

项次	项 目	质量标准	检验方法
9	焊接	焊缝符合厂家资料要求, 表面成型良好, 无裂纹、咬边、气孔、夹渣等缺陷	焊缝高度用焊缝检查尺检测, 其他观察
10	焊缝严密性	严密不漏	在焊缝处做无渗漏试验

11.5.3 消声器安装应符合设计文件的规定。设计文件无规定时, 宜按表 11.5.3 的质量标准进行验收。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 按表 11.5.3 规定的方法检验。

表 11.5.3 消声器安装(mm)

项次	项 目	允许偏差	检验方法
1	纵、横向中心线	3	用钢尺检查
2	垂直度	1/1000	吊线坠用钢尺检查
3	标高	±5	用钢尺检查

11.6 水 压 试 验

11.6.1 水压试验应具备下列条件:

1 承压部件应全部安装完并检查验收合格, 现场焊接的全部焊缝应有观察、检查措施。

2 施工机械设备及临时设施应全部拆除, 试压设备及备品、备件应准备齐全。

3 上水系统应安装完并能投入使用。

4 高、中压给水泵, 安全阀应用盲板封堵隔绝, 仪表, 进、出口阀, 蒸汽疏水器进口阀全部关闭, 差压表全部拆除, 所有调节阀设定 50% 开度。

5 水压试验所需盲板应安装完毕, 逆止阀处置措施完成。

6 锅炉上应安装不少于 2 块经过校验合格、精度不低于 1.5 级的压力表,试验压力以汽包或过热器出口联箱处的压力表读数为准。

7 试压系统设备、管道及部件、排水管、放空阀、设计规定并调整为零位的膨胀指示器以及检查用的临时平台、照明应安装到位。

11.6.2 超压试验压力应符合制造厂的规定,当无规定时,超压试验压力应为汽包设计压力的 1.25 倍。燃气-蒸汽联合循环发电系统余热锅炉应按高、中、低压顺序分不同压力等级进行。

11.6.3 水压试验前,可进行 0.20MPa~0.30MPa 的泄漏性试验,焊缝及法兰密封垫处应无泄漏。

11.6.4 水压试验环境温度不应低于 5℃,水质和水温应符合设计文件的规定。无规定时,水温不应超过 70℃。合金钢受压元件的水压试验应高于所用钢种的脆性转变温度。

11.6.5 水压试验应先注水,可用高压给水泵对系统管道冲洗和供水。注水过程应打开锅炉最高点的放气阀放气直至无气泡冒出再关闭。

11.6.6 水压试验升压速度宜为 0.20MPa/min~0.30MPa/min,升至试验压力的 10%时应停止升压并进行检查,确认无泄漏后,可继续缓慢升压至工作压力后停止升压,全面检查各处无泄漏和无异常现象后,再继续缓慢升压至试验压力,保持 20min 后降至工作压力再进行全面检查,检查期间压力应保持不变。

11.6.7 水压试验后各受压元件金属壁和焊缝应无泄漏、无水珠、水雾,无明显残余变形。

11.6.8 锅炉化学清洗应在水压试验合格后进行,并应进行化学清洗。锅炉化学清洗质量应符合现行行业标准《锅炉化学清洗规则》TSG G5003 的有关规定。

11.6.9 水压试验合格后应办理签证并清除积水。

11.7 严密性试验

11.7.1 炉膛及烟风系统整体严密性试验应在余热锅炉安装完毕后、隔热工程施工前进行。严密性试验应符合设计文件的规定,无规定时,试验介质可采用空气,试验压力应为 0.0035MPa。试验应有风压试验方案。试验时,应逐级缓慢升压,当压力达到试验压力后,保压 10min,巡回检查门、孔、焊缝、活动密封装置、挡板、膨胀节,应严密无泄漏,压力降不超过试验压力的 10%。

11.7.2 严密性试验应有完整的缺陷记录,缺陷应及时、彻底处理。

12 设备试运转

12.1 一般规定

12.1.1 设备试运转前应具备下列条件：

1 参与试运转的设备或系统应安装完毕，设备底座已按设计文件最终固定并经检验合格并已完成二次灌浆。

2 管道应安装、冲洗或吹扫完毕并经检查合格。

3 机械设备试运转前应完成电气和操作控制系统，液压、润滑、气动系统，冷却和加热系统的调试并符合设计文件的规定。无规定时，应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

4 现场应整洁，平台、楼梯应完整可靠，工具、机具、检测仪器、消防器材及消防水系统、安全防护设施应齐备完好。

5 各运动部件应充填润滑油、脂，其品种、规格、数量应符合设计文件的规定。

6 确认高炉煤气、焦炉煤气等能源介质已可靠投入。

12.1.2 在试运转中需要调试的安全保护装置，应在试运转中完成调试，其功能应符合设计文件的要求。

12.1.3 试运转需要安装的临时性安全保护装置，必须在试运转前安装和施工完毕，并经检查符合设计文件和施工文件的要求。临时性安全保护装置在试运转工作完成后应拆除。

12.1.4 每次试运转结束后，应切断电源和其他动力源，进行放气、排水、排污和卸压，并应对设备或系统采取防腐蚀措施。

12.2 蒸汽轮机

12.2.1 蒸汽轮机试运转应符合下列规定：

1 检查润滑油泵、顶轴油泵、汽水系统及冷却水系统,应自动和手动工作正常,各阀门应处在规定的位置。

2 试运转前,连续盘车不应小于 30min,各部应运转正常。

3 启动参数和启动方式应符合设计文件的规定。

4 冲转前,冷油器出口油温应符合设计文件的规定。无规定时,出口油温不应低于 35℃。

5 低速运转时应倾听检查汽轮机内动静部分、轴封、各轴承内部等部件,应无异常声音。

12.2.2 蒸汽轮机稳定在额定转速时,各轴承的振动值应符合设计文件的规定。无规定时,支撑轴承的双振幅值不应大于 0.03mm。

12.2.3 汽轮机试运转应以低速开始运行,逐级平稳升速,且应在转子仍在转动时进行升速。各轴承的振动值应符合设计文件的规定。无规定时,应符合下列规定:

1 临界转速时,支撑轴承的双振幅值不应超过 0.10mm。不得违规超越临界转速运转。

2 额定转速时,支撑轴承的双振幅值不应大于 0.03mm。

3 启动过程中,发现汽轮机异常振动,应紧急停机,并进行连续盘车,应查明原因,采取措施。

12.2.4 试运转监视和检查应符合下列规定:

1 汽轮机各部分温度、膨胀值以及汽缸内壁升温率应符合设计文件的规定。

2 汽缸各部热膨胀不应出现不均匀、不对称和卡涩现象。

3 各支撑轴承、推力瓦和密封瓦温度,应符合设计文件的规定。

12.2.5 汽轮机在空负荷试运行时,调节保护系统应符合下列规定:

1 当主油泵投入工作后,停止调速油泵时,油压不应下降,调节系统应保持稳定。

2 按设计文件调整同步器的高低限,同步器的行程与汽轮机转速的关系以及相应的主蒸汽参数和真空值应符合设计文件的规定。

3 危急遮断器喷油试验及手动遮断试验、自动主汽门与调节

汽门严密性试验、危急遮断器压出试验、超速试验、电调与液调切换跟踪试验应符合设计文件的规定。

12.2.6 主蒸汽及再热蒸汽的自动主汽门与调节汽门的严密性试验应符合设计文件的规定。

12.2.7 汽轮机超速试验应符合下列规定：

1 升速前应手动危急遮断器，确认其动作可靠，高、中压主汽门，调节汽门应能迅速关闭，转速应立即下降。

2 主汽门及调节汽门关闭试验不应卡涩，严密性应符合设计文件的要求。

3 升速应平稳，先用同步器升至设计文件规定的速度，再用超速试验滑阀继续升速，不得在超速状态下停留。

4 监视汽轮机转速及各轴承的振动，当任一轴承的振动值较正常值突增 0.03mm 以上时，应立即紧急停机。

5 超速试验不宜紧接在危急遮断器压出试验后进行。

6 跳闸及复位信号指示应符合设计文件的规定。

12.2.8 空负荷试验时，汽轮机调节系统性能应符合设计文件的规定。无规定时，应符合下列规定：

1 在额定参数下的空负荷运转时，同步器控制额定转速应为 $\pm 6\%$ 。

2 调节系统的速度变动率应为 $3\% \sim 6\%$ 。

3 调节系统的迟缓率不应大于 0.3% 。

4 主汽门全开，调节系统应能维持空负荷稳定运行，同步器应顺利并网。

5 当汽轮机负膨胀差趋近极限值时，应采取措施。

6 除检查需要外，升速过程中不得停留，加负荷至汽缸温度高于启动时的温度，以后即可正常运行。

12.3 燃 气 轮 机

12.3.1 试运转前，保护装置应进行调整试验，对调速、程序控制、

排气温度控制、保护系统各项整定值进行预调整,并应符合设计文件的规定。

12.3.2 试运转启动步骤应符合下列规定:

- 1 启动盘车试验。
- 2 启动燃油伺服系统及紧急停机功能试验。
- 3 启动点火运行试验。
- 4 启动润滑油母管压力低遮断功能试验。
- 5 启动全自动启动试验。
- 6 启动机械、电子超速保护功能试验。
- 7 启动温控及超温遮断试验。
- 8 启动全速运行、超振遮断试验。

12.3.3 开始启动至额定转速应符合下列规定:

- 1 启动过程中的各项操作应符合设计文件的规定。
- 2 盘车检查时应无摩擦噪声。
- 3 点火时燃料管路和喷嘴周围应无漏油现象,通过观火孔观察点火情况应正常。
- 4 在升速和额定转速下运行应无异常声响,各部温度应符合设计文件的规定。
- 5 盘车、点火、运行三种状态下均应进行振动检查,并应符合设计文件的规定。
- 6 通过临界转速应平稳迅速,各部振动应符合设计文件的规定。
- 7 气缸热膨胀应均匀、对称、无卡涩现象。
- 8 冷态启动到额定转速不应超过 12min。
- 9 润滑油压力应符合设计文件的规定。
- 10 透平段最高温度和排气温度、各轴承温度应符合设计文件的规定。

12.3.4 超速试验应符合下列规定:

- 1 超速试验过程中应严密监视转速和各轴承的振动,超过极

限值时,应立即手动危急遮断装置停机。

2 超速试验最高速不得超过设计文件规定的检查转速,且不得超过 101%的跳闸转速。

3 超速试验应满足主机试验的有关要求,并应保证整个机组的安全运行。

12.3.5 超速跳闸试验应符合下列规定:

1 电子跳闸转速为额定转速的 110%,危急遮断器跳闸转速为额定转速的 110%~112%,危急遮断器超速试验不应少于 3 次,后两次跳闸转速之差应小于规定的跳闸转速的 1%。

2 危急遮断器跳闸后应能准确复位,跳闸和复位信号应指示正确。

12.3.6 超振和灭燃检测试验应符合下列规定:

1 超温、超振遮断试验可利用电气仪表接通试验接点的方法进行。

2 熄火保护试验应在燃气轮机将要熄火和遮断之前,且两个火焰探测器应指示熄火状态。单个试验应关闭一个火焰探测器前的阀门,火焰指示灯应熄灭。

12.3.7 燃气轮机正常停机后应按设计文件规定的程序盘车。

12.3.8 无负荷试运转合格后应进行负荷试运转,并应符合设计文件的规定。

12.3.9 无负荷到满负荷试运转不应超过 4min,负荷试运转连续时间不应少于 24h。

12.3.10 负荷试运转应无异常声响,润滑油压力、温度及轴承温升、振动应符合设计文件的规定。

12.4 煤气余压透平膨胀机

12.4.1 煤气余压透平机试运转应符合下列规定:

1 启动盘车装置空转不应少于 0.5h。盘车启动正常后启动喷雾水、氮气密封系统连续试运转不应少于 1h。

- 2 启动电动盘车时透平喷雾水、给排水及密封应正常。
- 3 点动可调静叶 2 次到 3 次,应动作灵活。
- 4 通煤气应符合下列规定:
 - 1)开启透平放散管,由出口插板前通入氮气,将空气赶出,确认后关闭引管。
 - 2)开启入口插板阀前的放散管,继续由引管赶尽空气,然后用高炉煤气直接置换。
 - 3)煤气接通后,应用煤气检测仪再次检查煤气,应无泄漏。

12.4.2 煤气透平机试运转应按低速、超临界转速、投励磁、高速四档进行,通过调整静叶装置缓慢分级升速,直至额定转速。每级运转 20min~30min,升至额定转速的 95%~98%时应投入励磁,升至额定转速应手动并网。

12.4.3 试运转检查应符合下列规定:

- 1 检查机械轴系运转,密封系统,给排水系统,紧急停机,超速保护,投励磁及自动、手动并网,手动开车等功能应符合设计文件的规定。
- 2 检查设备各部连接应无松动,焊缝无裂纹。
- 3 用听音棒检查透平机、发电机内声音应正常。
- 4 透平轴位移、振动、轴承温升应符合设计文件的规定。
- 5 各测量点的流量、压力、温度应正常。
- 6 高炉炉顶压力波动应符合设计文件的规定。
- 7 检查煤气管道及设备附近一氧化碳浓度不得超过设计文件的规定。

12.5 煤气压缩机

12.5.1 煤气压缩机空负荷试运转应具备下列条件:

- 1 启动冷却系统、润滑系统,顶轴油系统、密封气系统运转应正常,各部阀门应处于正确开闭位置。

- 2 盘动主机转子应无卡阻和碰擦。
 - 3 检查盘车装置,应处于压缩机启动所要求的位置。
- 12.5.2** 煤气压缩机空负荷试运转应符合下列要求:
- 1 启动润滑系统、顶轴油泵、动力油系统应正常。
 - 2 启动盘车装置应在顶油泵启动后进行。
 - 3 压气机吹扫应符合设计文件的规定。吹扫应在密封系统正常工作情况下进行。
- 12.5.3** 压气机启动应符合下列规定:
- 1 低压压气机的防喘振旁通阀应打开。
 - 2 高压压气机的防喘振旁通阀应打开。
 - 3 低压压气机可调静叶关闭。
 - 4 压气机驱动设备启动准备工作应已完成。
- 12.5.4** 高压压气机在临界转速下不应长时间运行。
- 12.5.5** 升速应符合设计文件的规定。升速到额定转速后,防喘振阀和防喘振控制器和可调静叶控制器应转入自动模式且回流保护投入。
- 12.5.6** 压气机升压应调整排气压力控制器设定点并符合设计文件的规定。
- 12.5.7** 压气机运转应定期检查油回路密封性,压气机轴向位移和轴振动,轴承温度,润滑油和动力油的温度和压力,氮气密封压力及气封压差,煤气的温度和压力,应符合设计文件的规定。
- 12.5.8** 压气机停机应打开防喘振阀门。密封气体系统应继续运行直至压气机内无煤气方可停机。
- 12.5.9** 压气机停机应符合下列规定:
- 1 高、低压压气机防喘振阀应全开。
 - 2 高、低压压气机回流阀应全关。
 - 3 顶轴油泵应自动启动。
 - 4 压气机组停机后应立即启动盘车装置。
- 12.5.10** 单体压气机试运转应符合现行国家标准《机械设备安装

工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

12.6 发 电 机

12.6.1 发电机充氮前应具备的条件：

1 氢气系统设备、管线安装完毕并经泄漏性试验合格，氢气冷却器通水试验合格。

2 密封油系统冲洗完毕并符合现行国家标准《冶金机械液压、润滑和气动设备工程安装验收规范》GB 50387 的有关规定。

3 氢气系统、密封油系统调整和试运转完毕并运转正常。

4 压缩空气、氢气、二氧化碳气体或氮气准备充足，其品质符合国家现行产品标准的规定。

12.6.2 发电机置换气体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压力高于发电机内部气体压力 30kPa~60kPa，发电机壳体内最低压力值不得小于 3.0kPa。

12.6.3 氢冷发电机加励磁和带负荷空冷运行应符合设计文件的规定。

12.6.4 向发电机内输送的压缩空气应经气体干燥器除去水分，应经常保持发电机内冷却介质的绝对湿度在 15g/m³ 以下。

12.6.5 充氢前，用二氧化碳气体或氮气置换空气应符合下列规定：

1 充氢前，检查系统中各阀门的开闭应符合试运转方案设计的规定。

2 注入二氧化碳时应有防止管子冻结的措施。

3 在排气管上取样，二氧化碳含量达到 85% 时，应停止向发电机充二氧化碳，并应吹扫系统中的死角。

4 发电机内部二氧化碳存留不应超过 24h，宜在 6h 内排出。

12.6.6 发电机内充入氢气置换二氧化碳应符合下列规定：

1 确认空气进入发电机内的管道、阀门均已切断。

2 应在排气管处取样，氢气纯度达到 90% 以上，方可投入气

体分析器,并应吹扫系统中的死角。

3 氢气纯度达到 96%、氧气含量低于 2%时,可提高氢气压力至要求的数值,在提升氢气压力的过程中应相应调整密封油压力。

12.6.7 发电机正常运行时氢气纯度不应低于 95%。

12.6.8 发电机排氢应符合下列规定:

1 发电机排氢气应在排气管上取样,二氧化碳含量达到 95%时,停止充二氧化碳,并吹扫系统死角,然后用干燥过的压缩空气吹排二氧化碳,直至空气含量达到 90%时,停止充入空气。

2 氢气纯度低于 90%时,应切除气体分析器。

3 供氢管应断开,严禁氢气漏入发电机内。

12.6.9 发电机无负荷试运转应符合设计文件的规定。无负荷度运转应从低速到额定转速,试运转过程中应监视各部无异常声音和振动,轴承温升应符合设计文件的规定。

12.6.10 调速器调整试验、超速试验、升压试验应符合设计文件的规定。

12.6.11 发电机无负荷试运转不应少于 4h。

13 安全与环境保护

13.1 一般规定

13.1.1 从事余能发电机械设备工程的施工单位应取得安全生产许可证方可施工。

13.1.2 施工单位应建立和健全安全生产保证体系和环境保护体系,建立和健全安全生产责任制,制定完善的安全生产规章制度和操作规程以及环境保护管理制度。

13.1.3 余能发电机械设备安装工程项目开工前,应编制安全技术、环境保护方案并切实实施。

13.1.4 施工单位应为作业人员提供符合国家现行标准的劳动保护用品,并监督作业人员正确使用。

13.2 安全

13.2.1 施工机械的使用应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 的有关规定。高空作业应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的有关规定。脚手架的搭拆应符合现行行业标准《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130 和《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166 的有关规定,施工现场用电应符合国家现行标准《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定。

13.2.2 起重机械设备技术性能应合格。设备吊装前应进行试吊,确认安全后方可正式吊装。

13.2.3 施工区域应配备防火器材,现场动火作业应办理许可手续。

13.2.4 高空焊接或气割作业时应设专人监护,相应区域的易燃物应清除。

13.2.5 锅炉、管道系统压力试验、吹扫及试运转应设置警戒和警示装置,应采取隔离措施。

13.3 环 境 保 护

13.3.1 施工中的废水、废油、废清洗液、废残化工物料等废弃物应收集处理,不得随意丢弃、排放、焚烧。

13.3.2 油漆涂装施工应采取防污染措施。

附录 A 余能发电机械设备工程安装 分项工程质量验收记录表

表 A 分项工程质量验收记录

单位工程名称			分部工程名称		
施工单位			项目经理		
监理单位			项目监理工程师		
分包单位			分包项目经理		
执行标准名称					
检查项目			质量验收 规范规定	施工单位 检查结果	监理/建设 单位验收结果
主控项目	1				
	2				
	3				
一般项目	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				

续表 A

施工单位检验 评定结果		专业技术负责人： 年 月 日	质量检查员： 年 月 日
监理/建设单位 验收结论		监理工程师/建设单位项目技术负责人： 年 月 日	

附录 B 余能发电机械设备工程安装 分部工程质量验收记录表

表 B _____ 分部工程质量验收记录

单位工程名称				
施工单位				分包单位
序号	分项工程名称	施工单位检查评定	监理/建设单位验收意见	
1				
2				
3				
设备单体无负荷联动试运转				
质量控制资料				
验收 单位	施 工 单 位	项目经理： <div style="text-align: right;">年 月 日</div>	项目技术负责人： <div style="text-align: right;">年 月 日</div>	项目质量负责人： <div style="text-align: right;">年 月 日</div>
	分 包 单 位	项目经理： <div style="text-align: right;">年 月 日</div>	项目技术负责人： <div style="text-align: right;">年 月 日</div>	项目质量负责人： <div style="text-align: right;">年 月 日</div>
	监 理/ 建 设 单 位	总监理工程师/建设单位项目负责人： <div style="text-align: right;">年 月 日</div>		

附录 C 余能发电机械设备工程安装 单位工程质量验收记录

C.0.1 余能发电机械设备工程安装单位工程质量验收宜按表 C.0.1 进行记录。

表 C.0.1 单位工程质量验收记录

单位工程名称					
施工单位		技术负责人		开工日期	
项目经理		项目技术负责人		交工日期	
序号	项目	验收记录		验收结论	
1	分部工程	共查 分部,经查 分部符合标准及设计要求			
2	质量控制资料	共 项,经审查符合要求 项			
3	观感质量	共抽查 项,符合要求 项,不符合要求 项			
4	综合验收结论				
参加验收单位	建设单位	监理单位	施工单位	设计单位	
	(公章) 单位(项目)负责人: 年 月 日	(公章) 单位(项目)负责人: 年 月 日	(公章) 单位(项目)负责人: 年 月 日	(公章) 单位(项目)负责人: 年 月 日	

C.0.2 余能发电机械设备单位工程施工验收控制资料检查宜按表 C.0.2 进行记录。

C.0.3 余能发电机械设备单位工程观感质量验收宜按表 C.0.3 进行记录。

表 C.0.3 单位工程观感质量验收记录

工程名称								施工单位	
序号	项目	抽查质量状况						质量评价	
								合格	不合格
1	螺栓连接								
2	密封状况								
3	管道敷设								
4	隔声与绝热材料								
5	油漆涂刷								
6	走台、梯子、栏杆								
7	焊缝								
8	切口								
9	成品保护								
10	文明施工								
观感质量综合评价	专业质量检查员：						专业监理工程师：		
	年 月 日						年 月 日		
观感质量综合评价	施工单位项目经理：						总监理工程师/建设单位项目负责人：		
	年 月 日						年 月 日		

附录 D 余能发电机械设备无负荷 试运转记录

D.0.1 设备单体无负荷试运转宜按表 D.0.1 进行记录。

表 D.0.1 设备单体无负荷试运转记录

单位工程 名称		分部工程 名称		分项工程 名称	
施工单位			项目经理		
监理单位			总监理工程师		
分包单位			分包项目经理		
试运转项目		试运转情况		试运转结果	
项目经理： 年 月 日		技术负责人： 年 月 日		质量检查员： 年 月 日	
评 定 意 见	监理工程师/建设单位项目专业技术负责人： <div style="text-align: right;">年 月 日</div>				

D.0.2 余能发电机械设备无负荷联动试运转宜按表 D.0.2 进行记录。

表 D.0.2 设备无负荷联动试运转记录

单位工程名称			
施工单位		项目经理	
监理单位		总监理工程师	
分包单位		分包项目经理	
试运转项目	试运转情况		试运转结果
项目经理：	技术负责人：	质量检查员：	
年 月 日	年 月 日	年 月 日	
评 定 意 见	监理工程师/建设单位项目专业技术负责人：		
	年 月 日		

附录 E 设备无垫板安装及流动灌浆工艺

E.1 设备无垫板安装

E.1.1 顶丝调整法(图 E.1.1)应符合下列规定:

1 设备底板上应设置顶丝,基础上相应位置设置的垫板,其规格、数量、设置位置应符合设计文件的规定。

2 设备基础上设置的垫板应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

3 找正设备底座纵、横向中心线,用设备底板上的顶丝调整标高及水平度,并应符合国家现行有关标准的规定。设备底板标高应调整为正偏差值,并以地脚螺栓 15%~30%的设计紧固力矩紧固地脚螺栓并进行流动灌浆。

4 流动灌浆 72h 后紧固地脚螺栓,紧固力应符合设计文件的规定。复核设备的水平度及标高应符合国家现行有关标准的规定。

5 设计规定要割掉调整螺栓时,螺栓割掉后应用角向磨光机磨平。

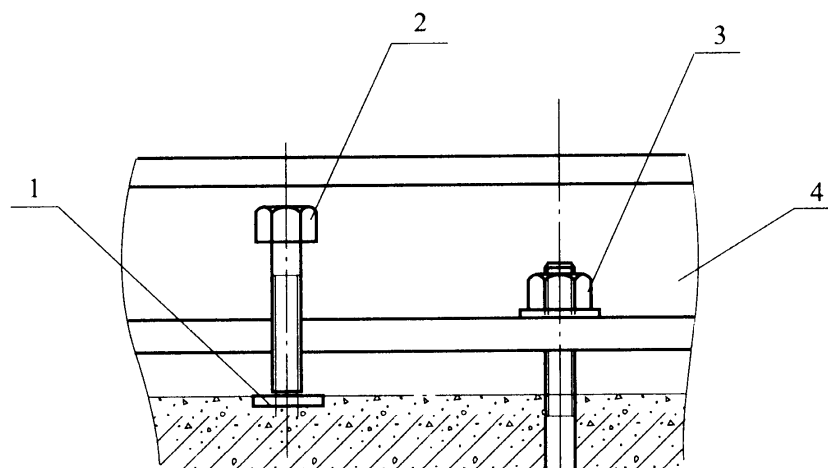


图 E.1.1 顶丝调整法示意图

1—预埋的垫板;2—调整螺栓;3—地脚螺栓;4—设备底板

E. 1. 2 临时支撑法应符合下列规定：

1 在设备底座四角和主要受力位置设置临时垫板或斜铁器、千斤顶。

2 找正设备底座纵、横向中心线,用临时支撑件如斜铁器、千斤顶、调节螺栓等找正标高及水平度,并应符合国家现行有关标准的规定。设备底板标高应调整为正偏差值,以地脚螺栓 15%~30%的设计紧固力矩紧固地脚螺栓并进行流动灌浆。灌浆时可预留临时支撑件或斜铁器、千斤顶等的位置不灌浆。

3 流动灌浆 72h 后紧固地脚螺栓,紧固力应达到设计值。复核设备的水平度及标高应符合设计文件或国家现行有关标准的规定。

4 设计规定要取出临时垫板或斜铁器、千斤顶时,应按规定取出后在预留位置用等强度的灌浆料填补。

5 临时支撑的面积宜按下式计算：

$$A_s = C(Q_1 + Q_2) / nR \quad (\text{E. 1. 2})$$

式中： A_s ——临时支撑的顶部面积(mm^2)；

Q_1 ——设备自重作用在临时支撑上的荷载(N)；

Q_2 ——地脚螺栓的紧固力(N),材料为 Q235A 的地脚螺栓紧固力应符合本规范表 E. 1. 2 的相关规定；

R ——基础混凝土抗压强度(MPa)；

C ——安全系数,宜取 1.5~3.0；

n ——垫板堆数。

表 E. 1. 2 材料为 Q235A 的地脚螺栓紧固力

螺栓公称直径	螺纹部分计算面积(mm^2)	紧固力(kN)
M20	245	16.81~24.01
M24	353	24.22~34.60
M30	561	38.48~54.98
M36	817	56.05~80.07

续表 E. 1. 2

螺栓公称直径	螺纹部分计算面积(mm ²)	紧固力(kN)
M42	1120	76.83~109.76
M48	1470	100.84~144.06
M56	2030	139.26~198.94
M64	2680	183.85~262.64
M72×6	3460	237.36~339.08
M80×6	4340	297.72~425.32

6 设备调整完毕后,根据基础图,在设备底座周围支护模板,临时支撑(图 E. 1. 2)周围可用聚酯泡沫塑料围护或用模板隔开,然后进行流动灌浆。

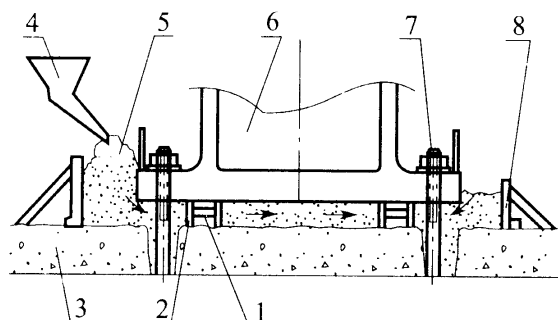


图 E. 1. 2 临时支撑法示意

1—临时垫板;2—聚酯泡沫塑料围护;3 凿毛的基础;4—灌浆料槽;

5—流动灌浆料;6—设备底座;7—地脚螺栓;8—支护的模板

7 流动灌浆 72h 后取出临时支撑,紧固地脚螺栓并应达到设计文件规定的紧固力。

8 复核设备中心线、水平度、标高并应符合国家现行有关标准的要求。

E. 2 流动灌浆工艺

E. 2. 1 灌浆材料的施工、质量控制等应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的有关规定。

E. 2. 2 灌浆材料要求应符合下列规定:

1 采购灌浆料应按 30t(不足 30t 时,按 30t 计)为批量进行复验,每批应检查流动度、膨胀率、抗压强度三项指标。

2 在进行灌浆的同时,按灌浆料的批量做 3d 抗压强度试验块一组,试块养护条件应同灌浆层,3d 抗压强度达不到规定强度,不得进入下一道工序。

3 灌浆料超过有效期时,应对流动度、膨胀率、抗压强度等指标进行复查,三项指标合格后,可降低一级强度指标使用。其中一项以上指标不合格后,不得用于正式工程。

4 灌浆材料的性能指标应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的有关规定。

E. 2.3 灌浆层混凝土试块的 3d 抗压强度应高于设备基础混凝土的设计强度。在设备安装工程中可根据设备基础混凝土的设计强度,采用比现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 规定的抗压强度高的灌浆料。

E. 2.4 流动灌浆工艺应符合下列规定:

1 设备安装之前,按灌浆的范围事先将混凝土表面浮层凿掉并凿麻面坑,坑的数量为 20 个/ m^2 ~30 个/ m^2 ,坑的深度不应小于 15mm,坑径不应小于 25mm。

2 用压缩空气或吸尘器将铲凿面的垃圾、粉尘吹、吸干净。

3 设备安装调整结束后,按基础图在设备周围支护模板,模板的缝隙应用普通水泥砂浆堵死。

4 支护模板之后,再次用压缩空气或吸尘器将凿毛的混凝土表层吹、吸一遍。

5 灌浆前 4h 应对基础表面浇水润湿,但不得有积水。

6 搅拌好的灌浆料应从设备的一侧灌入,灌浆料应充实灌浆层空间。灌浆层面积大、几何尺寸复杂的设备,宜采用从设备底板较窄方向灌注或采用事先开灌浆孔以及分成多个小区间的方法灌注。单台设备的灌浆时间不宜超过 30min。

7 灌浆后 2h~4h 内(终凝前)应将设备底座外的灌浆层抹

压光,并即覆盖布或草袋并洒水湿润,宜每天养护 4 次~6 次。24h 内不得碰撞设备和振动基础。拆模应在 24h 后进行,拆模后应继续养护,养护时间应在 7d 以上。

8 养护温度应高于 5℃,气温低于 5℃时应 对灌浆层采取保温措施。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184
- 《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194
- 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231
- 《工业金属管道工程施工规范》GB 50235
- 《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236
- 《冶金机械液压、润滑和气动设备工程安装验收规范》GB 50387
- 《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
- 《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683
- 《氢冷电机气密封性检验方法及评定》JB/T 6227
- 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
- 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
- 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80
- 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130
- 《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166
- 《压力管道安全技术监察规程——工业管道》TSG D0001
- 《锅炉安全技术监察规程》TSG G0001
- 《锅炉化学清洗规则》TSG G5003
- 《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004

中华人民共和国国家标准

钢铁企业余热发电机械设备工程
安装与质量验收规范

GB 50971 - 2014

条文说明

制 订 说 明

《钢铁企业余热发电机械设备工程安装与质量验收规范》GB 50971—2014,经住房和城乡建设部 2014 年 1 月 29 日以第 324 号公告批准发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在实施本规范时能正确理解和执行条文规定,编制组按章、节、条顺序编制了条文说明,但本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(105)
3	基本规定	(106)
4	设备基础、地脚螺栓和垫板	(110)
4.1	一般规定	(110)
4.2	设备基础	(110)
4.3	地脚螺栓	(110)
5	设备和材料进场验收	(111)
5.2	设备及构件	(111)
5.3	材料	(111)
6	蒸汽轮机	(112)
6.2	台板	(112)
6.3	轴承座、轴承、下汽缸和转子	(112)
6.4	通流部件	(113)
6.5	合缸	(113)
6.8	联轴器	(114)
7	燃气轮机	(116)
7.3	支撑装置、下气缸	(116)
7.4	通流部件	(116)
7.5	燃烧室	(117)
8	煤气余压透平膨胀机	(118)
8.2	下机壳、下叶片承缸和调节缸	(118)
9	煤气压缩机和增速机	(119)
9.3	轴流式煤气压缩机	(119)
10	发电机	(120)

10.3	定子和转子	(120)
10.5	氢冷轴密封装置	(120)
10.6	励磁机及集电环	(120)
11	余热锅炉	(121)
11.3	汽包和联箱	(121)
11.4	受热面模块	(121)
11.6	水压试验	(121)
11.7	严密性试验	(121)
12	设备试运转	(123)
12.1	一般规定	(123)
12.5	煤气压缩机	(123)

1 总 则

1.0.1 本条阐明了制定本规范的目的。

随着余能发电技术的发展和进步,近年钢铁企业余能发电、联合循环发电工程如雨后春笋,为规范钢铁企业余能发电机械设备工程安装与质量验收,确保工程质量、安全、环境保护、节约和循环利用能源,促进技术进步,提高经济效益,制定本规范。

1.0.2 本条明确了本规范适用的范围。

1.0.3 本条反映了其他相关标准的作用。余能发电机械设备的安装涉及工程技术及安全环保多个专业,除专业设备外,还有通用设备,液压润滑和气动,电气,仪表,能源等设备,以及工艺钢结构、防腐、绝热等,因此余能发电机械设备工程安装与质量验收除应执行本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

3 基本规定

3.0.1 余能发电机械设备安装工程是专业性很强的工程项目,为保证工程施工质量,本条规定对从事余能发电机械设备工程安装的施工企业进行资质和质量管理内容的检查验收,强调市场准入制度。

3.0.2 施工过程中,经常会遇到需要修改设计的情况,施工单位不得擅自修改设计,施工中发现施工图纸问题,应及时与建设单位或设计单位联系,取得设计单位的设计变更通知书或技术核定签证。本条根据 1997 年 11 月 1 日中华人民共和国主席令第 91 号发布的《中华人民共和国建筑法》中“工程设计的修改由原设计单位负责,建筑施工单位不得擅自修改工程设计”的规定编写。

3.0.3 安装中使用未经计量检定的不合格器具,会给工程质量带来严重后果,给企业造成经济损失。为此本条强调机械设备安装应使用经计量检定、校准合格的计量器具。此外,计量器具的精度要与质量标准值的精度相匹配,其等级应符合质量标准的要求。

3.0.4 与余能发电机械设备工程安装相关的专业很多,如土建专业、工业炉专业、电气专业等。各专业之间应按规定的程序进行交接,例如土建基础完工后交设备安装,设备安装完工后交工业炉专业砌筑。各专业之间交接时,应进行检验并形成记录。本专业工序亦如此。

3.0.5 本条第 1 款强调设计文件应齐全,并应进行图纸自审和会审。施工中经常发现设计图上存在一些问题,如尺寸错误、设计不符合实际情况、专业间图纸尺寸不一致、工序上存在矛盾等问题,给施工带来麻烦,甚至造成返工等。为避免这些情况的发生,要求技术人员施工前要熟悉图纸,从中发现问题,通过与设计人员交流

得到解决。有些问题涉及其他专业甚至多个专业,有时还涉及生产方或社会某些部门如安全、环保、交通运输等部门,这就需要召开各专业设计人员及有关人员的会议,共同讨论和协商,作出修改设计、协调某些环节或关系的决定,即会审。会审一般由建设单位或总承包项目管理部门召集,涉及的专业或单位不多时,也可由专业项目部或总承包项目部召集。参加人员依据讨论的问题的具体情况涉及的专业、单位确定,为此本条没有作出规定。

3.0.6 本条为强制性条文,必须严格执行。余能发电系统中的蒸汽轮机、燃气轮机、煤气压缩机、煤气余压透平膨胀机以及发电机等属高速运转动力设备,其机体内的零部件的制造精度和运转速度都很高,机体内存在某种缺陷或残留物,都有可能造成安全隐患或造成设备不正常的运转,甚至造成设备或人身安全事故,给国家和企业、家庭带来严重损失,因此缸体封闭即合缸是施工中的重要环节,是关键性的隐蔽工程。根据 2000 年 1 月 30 日中华人民共和国国务院令 279 号发布的《建设工程质量管理条例》第三十条的规定,本规范对隐蔽工程验收作了规定。

3.0.9 本条中余能发电系统管道工程包含余热锅炉本体与附属管道。锅炉本体管道包括下降管、蒸发管、过热蒸汽联络管、给水联络管、锅炉再循环管、给水管、减温水管道等。锅炉附属管道包括排污管道,上水、放水、放空气管道,排气管道,吹灰蒸汽管道。

3.0.12 根据现行国家标准《工业安装工程质量验收统一标准》GB 50252 的规定,结合余能发电系统机械设备工程的特点,分部工程应按设备所属的工艺系统或专业类别划分,分项工程应按设备种类、台、套或施工顺序划分。单位工程应按工艺系统或使用功能划分,亦可根据工程量大小、施工标段等具体情况划分。一个分部工程可以为一个单位工程,如蒸汽轮机安装工程。二个或三个分部工程亦可以划分为一个单位工程。

3.0.13 分项工程是工程验收的最小单位,是整个工程质量验收的基础。分项工程质量检验的主控项目是工程中对安全、卫生、环

环境保护和公共利益起决定性作用的检验项目,应全部合格,不允许有不合格检验结果。一般项目的检验也是重要的,但不同专业项目有不同特点和差别,如机械设备和工艺钢结构、管道安装工程就是如此,本条分别作出了不同的检验结果要求。

3.0.14 分部工程验收在分项工程验收的基础上进行。构成分部工程的各分项工程验收合格,质量控制资料完整,设备单体无负荷试运转合格,则分部工程验收合格。

3.0.15 单位工程的验收除构成单位工程的各分部工程验收合格,质量控制资料完整,设备无负荷联动试运转合格外,还须由参加验收的各方人员共同进行观感质量检查。

3.0.16 观感质量验收,往往难以定量,只能以观察、触抹或简单的量测方法,由个人的主观印象判断为合格或不合格,并作出质量评价。不合格的检查点,应通过返修处理。

在余能发电机械设备工程安装中,螺栓连接极为普遍,数量很多,工作量大。在一些国家现行国家标准中,对螺栓连接外露长度有不同的规定,常常成为工程验收的争论点。螺栓连接的长度通常是经设计计算,按规范优选尺寸确定的,外露长度不影响螺栓连接强度。因此,本规范对螺栓连接的螺栓型号、规格及紧固力作出严格要求,而对外露长度不作量的规定,仅在工程观感质量检查时提出螺栓、螺母及垫圈按设计配备齐全,紧固后螺栓应露出螺母或与螺母平齐,外露螺纹无损伤的要求。

3.0.18 本条规定了工程质量验收的程序和组织。分项工程质量是工程质量的基础,验收前,由施工单位填写“分项工程质量验收记录”,并由项目专业质量检验员和项目专业技术负责人分别在分项工程质量检验记录中相关栏目签字,然后由监理工程师组织验收。

分部工程应由总监理工程师或建设单位项目负责人组织施工单位的项目负责人和项目技术、质量负责人及有关人员进行验收。

单位工程完工后,施工单位首先要依据质量标准、设计技术文

件等,组织有关人员进行自检,并对检查结果进行评定,符合要求后向建设单位提交工程验收报告和完整的质量控制资料,请建设单位组织验收。建设单位应组织设计、施工单位负责人或项目负责人及施工单位的技术、质量负责人和监理单位的总监理工程师参加验收。

单位工程有分包单位施工时,总承包单位应按照合同的权利与义务对建设单位负责,分包单位对总承包单位负责,亦应对建设单位负责。分包单位对承建的项目进行检验时,总包单位应参加,检验合格后,分包单位应将工程的有关资料移交总包单位。建设单位组织单位工程质量验收时,分包单位负责人应参加。

4 设备基础、地脚螺栓和垫板

4.1 一般规定

4.1.2 设备基础沉降对设备的正常运转影响很大,特别是重负荷、高速度、高精度的设备。因此本条规定余能发电系统机组的设备基础在安装过程中应做沉降观测。对软土地设备基础应适当增加观测次数。沉降观测应使用精度为二级的仪器进行。各次观测数据应记录在专用记录本上并妥善保管。沉降观测应符合设计文件的规定。

4.2 设备基础

4.2.5 根据设备检修的需要,本条对汽轮机、蒸汽-燃气轮机、煤气余压透平发电机组、发电机、余热锅炉等设备埋设永久中心标板和标高点的质量验收作了规定,其目的是为今后的检修工程保留可靠的基准。

4.3 地脚螺栓

4.3.1 余能发电系统设备的地脚螺栓,涉及设备的安全使用功能,因此,本条规定地脚螺栓的规格、数量、位置、垂直度和外露长度应符合设计文件的要求。预埋地脚螺栓标高偏差考虑机组轴系扬度,一般为 $+5\text{mm}\sim+10\text{mm}$ 。

5 设备和材料进场验收

5.2 设备及构件

5.2.1 合金钢材质的零部件(不含备件),安装前应进行 100% 的光谱检验,不可拆卸、无法检测的零部件除外。

5.3 材 料

5.3.1 直径大于等于 M32 的高温螺栓应做 100% 光谱和硬度检测。直径大于 M36 的高温螺栓应做 100% 的无损探伤检验。

5.3.3 焊接材料品种、规格、性能应符合现行国家产品标准的规定。尤其是焊条应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117、《热强钢焊条》GB/T 5118 的规定。焊丝应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T 14957、《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110、《碳钢药芯焊丝》GB/T 10045 及《低合金钢药芯焊丝》GB/T 17493 的规定。

6 蒸汽轮机

6.2 台 板

6.2.1 余能发电系统设备的地脚螺栓,涉及设备的安全使用功能。因此,本条规定地脚螺栓的紧固应符合设计文件的要求。设计文件规定了紧固力值的地脚螺栓采用力矩扳手进行紧固,并在施工过程中同步检查紧固力值。

6.3 轴承座、轴承、下汽缸和转子

6.3.2 本条第1款第3项规定的目的是:①检查转子轴颈与两侧瓦口的间隙。②检查转子与轴承中心线的同心度。其同心度主要根据轴颈与轴承瓦口两侧间隙相等确定。检查方法是用塞尺塞入深度和塞尺厚度相同的塞入方法塞入转子轴颈与轴承瓦口两侧,确认两侧间隙是否相等,间隙差值不应大于0.03mm。

6.3.6 转子轴颈两端有凸缘时,其与轴瓦端应有间隙,是因为转子运转过程中会发热产生膨胀,此间隙应满足热膨胀的需要。

6.3.9 对本条第1款脱胎要求说明如下:一般轴瓦每段脱胎长度小于或等于乌金周长的1.5%;脱胎总长度小于或等于乌金周长的5%,且在90°承力面范围内不应有脱胎。三油楔和可倾瓦应无脱胎。

6.3.13 表6.3.13中第7项~第14项可倾瓦轴承、圆筒形轴承、椭圆形轴承、三油楔形或四油楔形轴承:余能发电系统中蒸汽轮机的主轴承以可倾瓦轴承应用最广泛,圆筒形瓦、椭圆形瓦、三油楔或四油楔瓦目前尚存在,故做了保留。可倾瓦通常包括4块或更多块瓦,间隙的测量可采用抬轴法、压铅法等。

6.3.15 汽轮机安装时应按设计文件的规定进行猫爪负荷分配,

可采用猫爪垂弧法、抬差法和测力计等方法进行。主要是保证整个汽缸的重力合理地分配到各个承力面上,从而避免因载荷不均而导致机组不均匀沉降和膨胀,增加机组的振动,影响机组安全运行。

6.4 通流部件

6.4.1 隔板(套)的安装应以转子在汽缸洼窝找正中心后进行。隔板中心的找正有时要在现场进行,可采用拉钢丝线、假轴、转子以及激光找正等方法。随着制造水平的提高,现场可按标记直接安装隔板,本条规定系据有关调研制定。

6.4.3 测量汽封轴向间隙时,转子位置应在出厂记录的位置或处于推力瓦工作面承力位置,其前后间隙应与转子膨胀方向相适应。

6.4.4 通流部分的间隙宜按下列方法测量:

(1)应组装好上、下两半推力瓦,转子位置应处于推力瓦工作面承力位置,按照制造厂出厂记录进行测量。测量应在叶轮互成 90° 的两个方向进行,并取其间隙的平均值。

(2)动静部分轴向间隙可采用前后顶动转子的方法测量。

(3)转子轴向窜动值的测定应在转子定位和合缸并紧固连接螺栓后,以整定和调整轴向位移指示器时所测的数据为准。

6.5 合缸

6.5.1 上、下汽缸结合面涂抹高温密封膏,厚度宜为 0.50mm 且涂抹均匀。宜在上缸下落至距离下缸 $300\text{mm}\sim 500\text{mm}$ 时停止下落并采取安全措施的情况下进行。

6.5.5 汽轮机合缸前应具备下列安装记录:

(1)转子轴的径向、端面跳动、轴向窜动、扬度值。

(2)汽缸中分面水平度和结合面间隙记录。

(3)滑销、猫爪各部间隙记录。

(4)轴瓦间隙、紧力、垫块的垫片厚度记录。

(5)推力瓦块、推力轴承定位环厚度、推力瓦间隙记录。

(6)轴承油挡、轴封、隔板汽封间隙记录。

(7)动、静叶片间隙记录。

6.5.9 汽缸水平结合面螺栓的紧固顺序应从汽缸中部开始,左右对称向两端延伸进行。螺栓冷态紧固,紧固力矩应符合制造厂安装技术文件要求,用力矩扳手检查。螺栓热态紧固可采用加热法和液压螺母法进行紧固并形成记录,螺栓伸长量或螺母转动弧长值应符合制造厂安装技术文件要求。

6.8 联 轴 器

6.8.1 余能发电机组调整轴系联轴器同心度的同时,应考虑轴系扬度。

(1)燃气-蒸汽联合循环发电机组布置有单轴式,双轴式或双轴平行式,三轴式以及单体机组等多种形式。单轴式机组是以较中间位置的机体联轴节为基准分别向两侧机组上扬,如日本三菱生产的 M251S 机组,煤气压缩机、蒸汽轮机、发电机、燃气轮机依次在一根轴上,同心度找正时应以蒸汽轮机低压缸侧联轴节为基准,按设计规定的机组轴系弯曲曲线分别向两侧机组上扬。应注意这种排列形式燃气轮机转子扬度会很大,为此确定蒸汽轮机的标高时应考虑燃气轮机的扬度问题,以免燃气轮机因扬度问题而造成本体与底板间垫板过厚而影响机组的稳定,应综合考虑。

(2)单轴式燃气-蒸汽联合循环发电机组中的燃气轮机与发电机的联轴器同心度应在发电机与蒸汽轮机联轴器同心度找正后进行。

6.8.2 联轴节找中心时,宜按下列方法施工:

(1)轴的扬度、油挡间隙以及台板与汽缸、垫板与台板、垫板与垫板间的接触应符合本规范的规定。放入转子时应确认转子未压在油挡或汽封上。

(2)每次测量应在两个联轴器各自沿相同的方向旋转 90°或

180°后进行;每次盘动转子后测量时,两半联轴器的测点位置、盘转的角度应保持不变。

(3)端面跳动偏差的测量,应每次都在互成 180°、半径相等的两个对应点架设百分表进行检测,盘转一周,取全部数据最大差值的 1/2。测量联轴器径向跳动时,应在联轴器外圆面架设百分表,盘转一周,取全部数值的最大差值。

(4)端面间隙测量可用量块和塞尺,测量一处的量块或塞尺总块数不宜超过 4 块。

(5)联轴器的找中心工具应有足够的刚度。联轴器盘转一周返回到原来的位置后,圆周方向的百分表读数应能回到原来的数值。

6.8.3 燃气轮机进气管道、排气管道等与机组连接后,还应对联轴器同心度进行复查。

6.8.4 不论是单轴式、双轴式,以及单体机组(如汽轮机与发电机)的各机体的转子不仅要在自身的机组中正常且平稳地转动而且还要同相邻机组中的转子在工作状态下有良好的对中性,使同轴线的转子在工作转速下都能正常工作。但由于各转子在工作状态下与静止状态不一样,使得各个转子之间并非理想的圆滑连接,可能导致设备不能正常运转。因此,应根据各种影响因素,计算出各个转子在静止状态下的位置及与相邻转子位置的关系,这些工作应由设计或制造部门确定其具体数据,安装时应依据设计文件的规定和制造厂安装技术文件的要求进行调整。

6.8.5 本条适用于单体汽轮机和附属设备联轴器的安装。如设计文件规定单体汽轮机有扬度时,联轴器两轴同心度的找正应符合设计文件和制造厂安装技术文件的要求。

6.8.6 本条适用于铰孔连接联轴器的安装。如采用柔性连接联轴器时,安装应符合制造厂安装技术文件的要求。

7 燃 气 轮 机

7.3 支撑装置、下气缸

7.3.3 燃气轮机支撑装置包括底盘和装在其上的死点装置、支撑立柱或支撑板、纵向导键。据调查,目前常用的支撑装置有两种,即四立柱支撑装置和三板式支撑装置。

机组的支撑装置与定位包括底盘、机组支撑和滑销系统。底盘安装在底(台)板上。

四立柱与底盘连接,压气段两只立柱焊接在底盘,上端设有半球形垫片的横键,压气段气缸两侧的支座搁置在横键上。燃气段两只立柱下端用圆柱销与焊接在底盘上的支座连接,上端通过球铰用圆柱销与透平段气缸固定。死点榫头固定在压气段立柱间的底盘上,死点榫头插入压气段气缸下侧的套筒中。

三板式支撑装置由三只板式支座支撑与底盘连接,压气段由一块宽度较压气段外法兰直径稍小的弹性板座支撑,上部与压气段外法兰连接,燃气段左右由两只水冷却的板箱支撑,死点凹字形楔和导向键固定在燃气段前端。本条是依据上述两种支撑装置的安装情况编写的。

7.4 通 流 部 件

7.4.5 轴封、隔板、通流间隙检查,应在转子安装完后和上气缸试合缸时分别验收。

7.4.6 燃气轮机压气段初级动、静叶片和透平段末级动、静叶片间隙,应在转子安装完后和上气缸试合缸时分别验收。

7.5 燃 烧 室

7.5.1~7.5.3 燃烧器有单管、双管、多管(分管)、环管、环形管 5

种形式。近年来,钢铁企业的燃气轮机以单管和多管(分管)的较多。单筒式燃烧器燃气轮机,一台燃气轮机只有一台燃烧器。燃烧器布置在燃气轮机上部或侧面。单筒式燃烧器体积大,长度也长,便于燃料的充分混合和燃烧,较利于满足低热值煤气的需要。宝钢 145MW 全燃烧高炉煤气 CCGT 就采用单筒式燃烧器。ABB 公司 11N2 型燃气轮机的单筒燃烧器,其设计可 100%全烧热值 780kcal/m^3 的高炉煤气。多筒式燃烧器燃气轮机,一台燃气轮机有多台燃烧器。燃烧器环状布置在燃气轮机入口。多筒式燃烧器的单台燃烧器体积小,长度短,便于燃烧高热值燃料。多筒式燃烧器的燃气轮机用于高炉煤气作燃料时,通常需掺烧一部分高热值煤气(如焦炉煤气和液化石油气或轻油)以增加混合煤气的热值和含氢量。目前,世界上多筒式燃烧器燃气轮机 100%全烧高炉煤气的机组还没有,都需掺烧一部分焦炉煤气、石油液化气、天然气或油。日本三菱重工提供的烧高炉煤气燃气轮机(MW-701DA)就是掺入了焦炉煤气。这三条是根据单管和分管燃烧器安装工艺实践经验编写的。

8 煤气余压透平膨胀机

8.2 下机壳、下叶片承缸和调节缸

8.2.9 通流部分间隙、轴封间隙,应在转子安装完后和上机壳试合缸时分别验收。

9 煤气压缩机和增速机

9.3 轴流式煤气压缩机

9.3.2 轴流式双层气缸的煤气压缩机的支撑轴承、推力轴承、轴承油封、静叶调整装置行程、转子的扬度、转子跳动以及转子轴向定位、进出口座的定位、机体定位间隙,应在转子安装完后和上机壳试合缸时分别验收。

10 发 电 机

10.3 定子和转子

10.3.6 定子与转子之间气隙的测定应在发电机两端同一断面的上、下、左、右固定的四点进行。

10.5 氢冷轴密封装置

发电机的冷却方式有空冷、水冷、氢冷、水氢冷多种形式。近年我国钢铁企业多采用氢冷发电机,国外也是如此。氢冷发电机可谓当今发电机冷却的发展方向。本节根据调研情况规定了氢冷发电机安装的要求。

10.6 励磁机及集电环

本节适用于整体供货型励磁机的安装。

10.6.1 关于第1款:直接组装在发电机轴头的励磁机转子,应按设计文件规定的力矩紧固联轴器螺栓,其悬臂末端轴头的径向和端面跳动不应超过设计文件规定值。对于超差值可适当增减联轴器螺栓的紧固力矩值进行调整,但力矩增减值不得超过制造厂安装技术文件的规定。如仍不能达到要求时,应对联轴器接合面进行检测和处理。

11 余热锅炉

11.3 汽包和联箱

11.3.3 本条为强制性条文,必须严格执行。钢铁企业余热发电和联合循环发电系统中的汽包属于高温高压容器,其内部有缺陷或残留物,都有可能造成管道堵塞产生爆炸,造成设备或人身安全事故,给国家和企业、家庭带来严重损失。因此汽包封闭前的验收是施工中的重要环节,是关键性的隐蔽工程,在隐蔽前应由施工单位通知相关单位进行验收,并形成验收文件。

11.4 受热面模块

11.4.1 燃气-蒸汽联合循环发电系统的余热锅炉有立式和卧式两种布置形式。根据其结构形式可分别采用顶入法和侧入法。侧入法用于卧式锅炉,在完成钢结构、一次护板和部分二次护板、进口烟道出口烟道安装后再进行受热面模块的安装。钢结构安装要预留开口并进行加固,以便模块从侧面吊入炉内。立式锅炉在完成钢结构安装、烟囱接口就位后,采用从炉顶吊入模块的方法进行安装。

11.6 水压试验

11.6.4 本条是根据现行国家标准《锅炉安装工程施工及验收规范》GB 50273 并结合钢铁企业的具体情况作出的,规定环境温度不应低于 5℃,主要是为了防止锅炉表面结露,但温度过高会引起汽化和温差应力,故同时规定水温不应超过 70℃,以防止水压试验时发生脆性破裂。

11.7 严密性试验

11.7.1 本条是根据实践经验作出的规定。严密性试验主要是检

查烟道、气道的严密性。如干熄焦系统的余热锅炉的氮气循环气道,要求在烘炉和煮炉前连同干熄炉一起进行整体泄漏性检验,以防余热气体泄漏。烟道、气道中含有的有害化学物质会影响生产人员安全和身体健康,同时浪费循环气体介质,因此进行严密性试验是十分必要的。据调查,武钢、昆钢都是根据以往干熄焦系统的余热锅炉实践经验确定的试验压力,武钢是 700mm 水柱,昆钢和涟钢均以 400mm 水柱进行检漏,实际操作是在 150mm 水柱下保压 15min,允许压力下降不超过 5% 为合格。宝钢是 350mm 水柱下保压 10min,允许压力下降不超过 10% 为合格,经多年运转证明上述参数的严密性试验都满足了生产要求。本条是根据武钢、昆钢、宝钢、涟钢等多个工程实践作出的规定。

严密性试验应采用 U 型压力计,试验压力为 0.0035MPa 即 350mm 水柱高度。

12 设备试运转

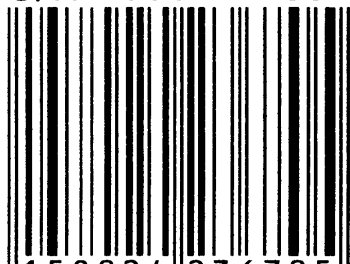
12.1 一般规定

12.1.3 本条为强制性条文,必须严格执行。试运转需要安装的临时性安全保护装置关系人身及设备安全,为避免财产损失,保护操作人员的人身安全,对临时安全保护装置必须在试运转前安装和施工完毕,并经检查符合设计文件和施工文件的要求,且试运转工作完成后应拆除。

12.5 煤气压缩机

12.5.1~12.5.9 是依据单轴式、双轴式双轴平行带齿轮箱连接式布置的煤气压缩机试运转情况进行综合和总结后编写的。单体煤气压缩机一般是由电动机驱动,试运转应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

S/N:1580242·367



9 158024 236705 >



统一书号: 1580242·367

定 价: 26.00元