

槽式太阳能光热发电站集热器 施工技术规范

Construction Technical Specification for Collector of
parabolic trough solar thermal power plant

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国建筑业协会

发布

中国建筑业协会团体标准

槽式太阳能光热发电站集热器 施工技术规范

Construction Technical Specification for Collector of
parabolic trough solar thermal power plant

XXXX-XX-XXXXX-XXXX

主编单位：中国能源建设集团山西电力建设有限公司

山西华铎电力工程有限公司

山西华视金属检测技术有限公司

中国能源建设集团西北电力勘测设计院

批准部门：中国建筑业协会

实施日期：20XX年X月X日

前 言

根据中国建筑业协会《中国建筑业协会团体标准管理办法（试行）》（建协〔2017〕14号）和中国建筑业协会《关于开展第一批团体标准编制工作的通知》（建协函〔2018〕7号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本标准共分8章，主要技术内容有：总则、术语、基本规定、集热器安装、集热管焊接及检验、严密性试验、集热场试运行、施工质量检查。

本标准由中国建筑业协会科技应用与团体标准工作办公室负责管理及解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国能源建设集团山西电力建设有限公司（地址：山西省太原市小店区创业街29号，邮政编码：030006）。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人、主要审查人：

主编单位：中国能源建设集团山西电力建设有限公司

参编单位：山西华铎电力工程有限公司

山西华视金属检测技术有限公司

中国能源建设集团西北电力勘测设计院

主要起草人：

主要审查人：

目 录

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	4
3.1	设备开箱检验及保管	4
3.2	土建工程	5
3.3	设备安装	7
4	集热器安装	8
4.1	塔架安装	8
4.2	集热器模块组合与安装	9
4.3	电加热和伴热	12
4.4	跟踪驱动系统	13
4.5	辅助设备安装	13
5	集热管焊接及检验	18
5.1	一般规定	18
5.2	材料	19
5.3	坡口制备及组对要求	20
5.4	焊接工艺	21
5.5	质量检验	22
6	严密性试验	24
6.1	气压试验	24
6.2	液压试验	24
6.3	空气吹扫	25
6.4	试验结束	25
7	集热场试运行	26
8	施工质量检查	28
8.1	集热场基础检查、划线及垫铁地脚螺栓安装	28

8.2	塔架安装.....	30
8.3	轴承支座安装.....	31
8.4	塔架整体复查.....	32
8.5	柱脚二次灌浆.....	33
8.6	驱动塔集热管支撑设备检查和组装.....	34
8.7	单体调试.....	36
8.8	驱动装置试运.....	37
8.9	集热器支撑设备检查.....	38
8.10	集热器支撑组合.....	39
8.11	随动轴检查安装.....	40
8.12	集热管支撑设备检查.....	41
8.13	集热管支撑臂组装和自由旋转验证.....	42
8.14	反射镜设备检查.....	43
8.15	反射镜安装.....	44
8.16	集热器模块检测.....	45
8.17	集热器模块安装.....	46
8.18	集热管设备检查.....	47
8.19	水压试验.....	48
8.20	必须的施工记录清单.....	49
	本规程用词说明.....	50
	引用标准名录.....	51

Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms.....	2
3	Basic requirements.....	4
3.1	Equipment unpacking and storage.....	4
3.2	Civil works.....	5
3.3	Equipment installation.....	7
4	Heat collector installation.....	8
4.1	Tower installation.....	8
4.2	Collector module assembly and installation.....	9
4.3	Electric heating and heat tracing.....	12
4.4	Tracking driving system.....	13
4.5	Installation of auxiliary equipment.....	13
5	Heat collector welding and test.....	18
5.1	General Rrequirements.....	18
5.2	Material.....	19
5.3	Requirement on groove welding and forming pairs.....	20
5.4	Welding craft.....	21
5.5	Quality inspection.....	22
6	Tightness test.....	24
6.1	Air tightness test.....	24
6.2	Hydraulic test.....	24
6.3	Air purge.....	25
6.4	Off test.....	25
7	Commissioning of heat collector field.....	26
8	Quality inspection.....	28
8.1	Foundation inspection, marking out and installation of shim plate anchor bolts in	

the collector field.....	28
8.2 Tower installation.....	30
8.3 Bearing support installation.....	31
8.4 Recheck on the whole tower.....	32
8.5 The secondary grouting of column support	33
8.6 Inspection and assembling for supporting equipment of drive-tower collector	34
8.7 Monomer debugging.....	36
8.8 Test run of driving units.....	37
8.9 Inspection of collector support equipment	38
8.10 Assembling of collector support	39
8.11 Inspection and installation of servo axis	40
8.12 Inspection of collector support equipment	41
8.13 Assembling of collector support arm and verification of free rotation	42
8.14 Reflecting mirror inspection.....	43
8.15 Reflecting mirror installation.....	44
8.16 Collector module test.....	45
8.17 Collector module installation.....	46
8.18 Inspection on heat collectors.....	47
8.19 Hydraul static test.....	48
8.20 Construction records.....	49
Definition of terms in the specification.....	50
References.....	51

1 总 则

1.0.1 为保证槽式太阳能光热发电站集热器施工质量，提高电力建设标准化水平，促进施工技术进步，制定本规程。

近年来，随着可再生能源法的实施，可再生能源的开发利用已经变得越来越重要，太阳能热发电是可再生能源利用的一个重要方向，发展势头良好。

太阳能热（以下简称光热）常规发电部分与火力发电类似，仅热源部分区别较大。一般来说，太阳能光热发电形式有槽式、塔式、碟式（盘式）、菲涅尔式四种系统。本规范主要针对槽式光热发电的集热器施工，使其在未来太阳能光热电站的建设中，做到技术先进、质量优良、安全适用、经济合理、长期可靠，制定本规程。

1.0.2 本规程对槽式太阳能热发电站集热器安装、集热管焊接及检验、严密性试验等施工技术进行编制。

集热器是实现系统集成热的最小完整单元。一个单元由抛物面反射镜支撑结构或（塔架结构）、连接管（集热管）、跟踪驱动模块、防凝固加热系统（电加热和伴热）组成。本规程从集热器安装、集热管焊接及检验、严密性试验等环节对其提出要求，实现整体设计功能。

1.0.3 本规程适用于 50MW 及以上槽式太阳能热发电站新建或改（扩）建工程集热器的施工安装及验收。

1.0.4 施工过程中，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准中相关光热电站的规定。

2 术语

2.0.1 集热器 collector

跟踪太阳运行，接收太阳辐射并向传热介质传递热量的设备，它是由一系列模块串联组成，由同一公共单元驱动和只有一套跟踪系统。

2.0.2 聚光器 concentrator

集热器的一个组成部分，由将太阳辐射能聚焦到集热管上的反射元件构成。

2.0.3 抛物面槽式集热器 parabolic trough collector

聚光器具有抛物线截面、槽形结构的集热器，简称集热器。

2.0.4 集热管 receiver tube

集热器中接收并传递热量的透明管状设备，其管壁与吸热体之间抽成一定真空度，吸热体具有选择性吸收表面。

2.0.5 抛物面反射镜 parabolic mirror

聚光器中具有抛物线截面的反射镜面，该反射镜面粘贴在聚光器曲面基底上。

2.0.6 集热管有效工作长度 active length of a receiver

集热管吸热体温度 25℃时，集热器聚光到吸热体上面的长度。

2.0.7 集热器回路 collector loop

槽式集热器串联连接，传热流体依次流过各集热器中的集热管。一个集热器回路由一排或多排集热器串联组成。

2.0.8 集热场 solar field

将太阳能聚集并转化为热能的区域，一般由槽式集热器回路及其连接组成。

2.0.9 集热场净采光面积 solar field net collection area

集热场上集热器净采光面积之和。集热器反射/折射组件通过采光口平面的垂直投影构成了集热器净集热面积，此面积需要加上钢制接收器管道在采光平面上的不重叠的垂直投影部分。

2.0.10 太阳能光热发电站 solar thermal power station

通过聚集太阳能并通过热力过程将太阳直接辐射转化为电能的设施，其一般由集热场、发电区构成。

2.0.11 槽式太阳能光热发电站 parabolic trough solar thermal power station

集热场由槽式集热器及其连接组成的太阳能光热发电站。

2.0.12 辐照度 irradiance

物体在单位时间、单位面积上接收到的辐射能，单位为：W/m²。

2.0.13 法向直射辐照度 direct normal irradiance (DNI)

直接辐射在与射束垂直的平面上的辐照度。

2.0.14 传热流体 heat transfer fluid

太阳能热发电站中，在系统内各部件之间用于传递热量的流体。

2.0.15 导热油 heat transfer oil

用于间接传递热量的一类热稳定性较好的的专用油品。导热油凝固点为-15℃。

2.0.16 熔融盐 molten salt

一种不含水的无机盐熔融体，其固态大部分为离子晶体，在高温下熔化后形成离子熔体。通常由碱金属或碱土金属与卤化物、硝酸盐、碳酸盐、硫酸盐及磷酸盐组成。

熔融盐凝结温度为<150℃

2.0.17 集热器塔架 collector tower

将支撑、固定太阳能发电站光伏组件、聚光集热器、定日镜等的支架结构所承受的各种作用传递到地基上的结构，在槽式电站中分为驱动塔和侧塔。

3 基本规定

3.1 设备开箱检验及保管

3.1.1 设备到场后应由建设、监理、制造、设计、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 设备出厂质量证明文件、检验试验记录和缺陷处理记录
- 3 主要零部件材料的材质性能证明文件
- 4 设备的安装、运行、维护说明书和相关技术文件

3.1.3 设备装卸和搬运，除应执行《电力建设安全工作规程》DL5009.1 的规定外，尚应符合下列规定：

1 宜使用设备制造厂提供的装卸专用工具，如无专用工具时应根据设计文件或厂家技术资料进行装卸。

2 起吊时应按箱上指定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。

3 应检查设备或箱件的重心位置，防止设备移动引起重心偏移或倾倒。

4 对刚性较差的设备，应采取措施防止变形，如有设备厂技术要求时执行技术要求。

5 应核实运输路面的运载能力，必要时采取相应的措施，防止意外发生。

6 碳钢吊具、吊索不得直接与不锈钢材质的设备接触。

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件，应注意对加工面妥善保护。

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

3 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集热器部件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《电力基本建设火电设备维护保管规程》DL/T 855 的规定。
- 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 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。
 - 6 管材、管件和部件应标识明确、分类存放，避免混淆。
 - 7 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，如发现有损坏或质量缺陷，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《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438 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 集热器安装前期，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 应执行《电力建设施工技术规范》（第 1 部分土建结构工程）DL5190.1 基础施工要求，还应满足下列要求：

1 基础工程的施工测量放线应按现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的相关规定执行，定位控制点和水准点应设在不受施工影响的区域，并应采取妥善保护措施。

2 基础预埋螺栓的尺寸允许偏差应满足设计图纸和厂家技术资料要求，如无要求时应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 预埋螺栓的尺寸允许偏差 (mm)

项目名称		允许偏差
预埋螺栓	同组基础螺栓中心与轴线的相对位移偏差	≤ 2
	预埋各组螺栓中心之间的相对位移偏差	≤ 2
	外露长度 (顶标高)	0~10
	垂直偏差	$< L_6/450$

注： L_6 为预埋螺栓长度

3 现浇混凝土基础允许偏差应符合 3.2.3 的规定

表 3.2.3 基础允许偏差 (mm)

项目名称	允许偏差
纵轴线位移	$\pm 2\text{mm}$
横轴线位移	$\pm 5\text{mm}$
单元纵轴线位移	$\leq 2\text{mm}$ 或者 $\leq -2\text{mm}$
单元横轴线位移	$\pm 5\text{mm}$

3.2.3 基础交付安装应具备下列技术文件

- 1 设备基础的验收记录
- 2 混凝土强度试验记录
- 3 基础上的基准线与基准点
- 4 沉降观测记录

3.3 设备安装

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、技术文件和设计文件
- 2 施工组织设计中集热器安装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 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 水、电、照明等力能供应应满足施工需求
- 3 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
- 4 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，应符合国家关于特种设备安全监察和《起重机安全使用》GB/T 23723、《起重机检查》GB/T 23724、《起重机械使用管理规则》TSG Q5001 的规定。

3.3.5 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。

3.3.6 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 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
- 6 临时用电线路应布置合理、安全，宜选用节能灯具
- 7 抑制扬尘宜控制水量，试验用水宜回收利用
- 8 现场噪声控制应按照 《建筑施工场界噪声限值》GB 12523 执行
- 9 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 集热器安装

4.1 塔架安装

- 1 开工前应办理交接手续, 并对基础中心线、标高、螺栓间距等按照设计要求进行复查。
- 2 应对塔架底座中心尺寸进行划线, 做好标记。
- 3 基础设备安装标高应进行测量, 标高误差应满足设计文件要求且应小于 1mm。
- 4 采用调整螺母的地脚螺栓支撑塔架底板时, 应符合《电力建设施工技术规范》第二部分锅炉机组 DL5190.2 的技术要求。
- 5 塔架安装有设计坡度要求时, 应采用楔形垫片安装, 楔形垫片应符合下列要求:
 - 1) 楔形垫片表面应平整
 - 2) 每组垫片应在底板上、下各一块, 垫片应与设计安装坡度一致
 - 3) 上、下楔形垫片坡向方向应满足设计文件要求
 - 4) 底板上部楔形垫片应安装锁紧螺母
- 6 安装塔架, 宜按照驱动塔-边塔-侧塔的顺序进行。

4.1.1 驱动塔安装

- 1 应将塔体附件(如: 集热器液压驱动装置、焦耳加热系统、倾角仪、跟踪系统、就地电气控制柜等)检查安装在驱动塔体, 满足安装设计文件要求。
- 2 在驱动塔运输、安装过程中, 要采取有效的防碰撞措施。
- 3 塔体顶端应设有吊耳, 吊耳应满足设计要求, 并能拆装便捷。未设计吊耳时, 应采用专用吊具并设有防止驱动塔防护层、本体及附件被破坏的措施。
- 4 塔体吊装, 为防止设备变形宜采用双台机械设备配合进行。
- 5 驱动塔安装方向, 应符合设计要求。
- 6 基础的轴线与塔架底板的轴线应重合, 误差值应符合设计要求。
- 7 宜用顶丝或定位螺母调整驱动塔标高及水平, 用微调框架和千斤顶调整驱动塔平面位置。
- 8 应用专用检验尺检查驱动轴 0° 位置和塔架水平度。
- 9 在塔架顶部安装集热管支撑臂, 应按规定力矩紧固。
- 10 找正完成, 用力矩扳手按设计规定力矩值紧固塔架。

4.1.2 边塔、中间塔（端塔、侧塔）安装

1 在驱动塔安装完成后，应按设计顺序要求进行安装。

2 应将轴承座安装于塔架顶端，轴承座底连接螺栓宜紧固；上、下端座螺栓应在集热器安装完成后方可紧固。

3 其他安装技术要求同 4.1.1。

4.1.3 单元塔架安装后应对安装轴线进行测量，轴线位移偏差值应 $\leq 2\text{mm}$ ，并应满足设计文件要求；有坡度设计时应检查塔架倾斜值符合设计要求。

驱动塔、边塔、侧塔安装偏差应符合表 4.1.3 的规定。

表 4.1.3 驱动塔、边塔、侧塔安装允许偏差 (mm)

项目名称	允许偏差
塔架中心偏移	≤ 2
塔架标高	≤ 3
塔架间距	± 5
单元塔架中心偏移	≤ 2
相邻单元中心偏移	≤ 3
回路单元中心偏移	≤ 3

4.2 集热器模块组合与安装

4.2.1 集热器模块车间组合及检测

1 依据设计文件以及厂家技术资料由业主、设备单位提供集热器专用组装平台。

2 集热器支撑结构应满足设计要求，组装方向应与设计一致。

3 集热管支撑结构销轴安装时要涂润滑脂，支撑结构应能自由旋转，无卡涩。

4 反射镜支撑结构应按设计位号进行分类安装，并应从中心向两端对称安装。

5 反射镜安装应由内而外，且从中心向两端对称安装。

6 集热器组合时紧固件应满足设计要求，紧固时应先进行初紧，待全部安装完成后方可终紧，并对初拧扭矩、终拧扭矩进行记录。

7 集热器组合完成后应有相关设备编号或位号施工记录，以备后续查验。

8 集热器组合完成，配合检测单位进行检验，并对检查的数据进行记录。

9 检测合格的集热器运输时，为防止灼伤作业人员应将集热器镜面用轻质遮阳布进行覆盖，待安装完后满足设计条件方可拆除。

4.2.2 集热器模块安装

1 安装前应先检查轴承座坐标体系偏差值应满足设计技术要求，无要求时应执行 4.2.2 表

表 4.2.2 轴承座安装允许偏差 (mm)

项目名称	允许偏差
单元纵轴线偏移	≤ 2
单元横轴线偏移	≤ 5
单元间距偏差	± 5
单个支架水平标高偏差	≤ 2

2 安装前轴承座上端盖已打开，应检查自润滑部件安装正确，且润滑脂加注满足技术要求

3 油机油位应正常，驱动装置运行正常，检查驱动装置随动轴 0° 位置，满足设计要求。

4 集热器模块应从驱动端到末端进行安装，安装时轴系间的销钉或销轴应满足技术要求，紧固螺栓应满足力矩设计要求。

5 检查随动轴与轴承座间隙是否均匀，满足技术要求时方可紧固轴承螺栓。

6 集热器单元完成安装后应配合电气工程进行转动试验，且试验转动角度应能满足集热器安装技术要求，无技术要求时应在 $+180^\circ$ 和 -180° 之间，误差在 $\pm 10^\circ$ 。

4.2.3 集热管组合与安装

1 集热管组合

1) 设备存储与组装应满足设备技术要求，如有真空嘴破损、真空泄露、补偿器损坏等设备缺陷的严禁使用。

2) 组合时集热管真空嘴应在统一方向，组对时坡口、间隙应满足第五部分集热管焊接要求，焊接完成的组件应满足设计文件要求。

2 集热管安装

-
- 1) 为防止运输与安装时设备破坏，运输与安装工具应满足设计要求。
 - 2) 应按设备技术文件要求，集热器旋转到安装角度且应背向太阳光，防止聚焦吸热。
 - 3) 卡箍支撑臂与集热器夹角应为垂直角度，卡箍上端已拆开，满足安装要求。
 - 4) 集热管安装时对口焊缝应均匀放置在卡箍内，误差要求应符合设计文件。
 - 5) 集热管安装顺序、方向、附件设备应符合设计文件要求。

4.2.4 补偿器、旋转设备安装

1 补偿器安装应符合以下规定：

- 1) 补偿器在运输、存放、安装过程中应做好保护措施。
- 2) 波形补偿器冷拉(压)值应符合设计要求。
- 3) 补偿器(伸缩节)临时固定件应在分部试运前拆除。
- 4) 波形补偿器的对接应符合下列规定：
对接前应将焊口两侧至少 20mm 范围内的区域打磨干净；
对接宜选取全氩弧焊工艺，保证焊缝严密成形美观。

2 旋转设备安装

旋转设备与管道连接时，不得用强力对口、加热管子、加偏垫或多层垫等方法来消除接口端面的空隙、偏斜、错口或不同心等缺陷。管子与旋转设备的连接，应在设备安装定位紧好固定螺栓后自然地进行。

4.2.5 验证集热器安装 0° 位置

1 通过驱动装置将集热器开口调整到 0° 位置，应使用专用检测工具（测斜仪）进行测量，倾斜高差值（ $\Delta X - \Delta Y$ ）应 $\leq 3\text{mm}$ 。

2 角度跟踪系统设备安装应符合设计技术文件要求。

4.2.6 集热器单元旋转

1 驱动装置控制箱电气工程应按技术规范安装完成，且应受电调试完成。

2 验证集热器单元应达到设计旋转极限点 $\pm 120^\circ$ 误差值应 $\leq 10^\circ$ ，且符合设计误差要求。

3 旋转时应观察集热器各部件连接处，应无卡涩、阻碍、变形等缺陷，并应观察单元间补偿装置与旋转设备的方向应正确。

4.3 电加热和伴热

当管路或设备内的介质在最低设计环境温度下易冻结或凝固时，管路应有可靠的加热和伴热保温措施，仪表设备应安装在保温箱内。

4.3.1 电伴热应符合下列规定：

1 电热带的型号、规格应符合设计要求，电热带所耗功率的发热量，应能补偿热保温体系的全部热损失。

2 电热带的使用长度，应符合制造厂允许使用长度。

3 电热带在敷设前、后应进行外观和绝缘检查，绝缘电阻值应符合产品说明书技术文件的要求

4 电热带最高耐热温度应大于冲管时导管表面温度，否则，电热带应与管路隔离，防止管路冲洗时烫伤电热带

5 电热带的接入电压应与其工作电压相符，不得使用检修电源

6 电热带应沿管路均匀敷设，固定牢固

7 伴热温度传感器的安装位置应避免受电热线直接加热，并调整到设定温度值上

8 热电缆敷设时，对于不能缠绕的伴热电缆应敷设在垂直管路的外侧、水平管路的下部，绑扎间隔不应大于 300mm，并应每隔 2m 留一定的膨胀余量。

4.3.2 电加热

1 设备到货后先检查加热装置设备是否完好，连接片导电性能是否满足设计要求。

2 检查集热器安装时导电连接片是否按照设计位置要求进行安装，焊接是否满足设计要求，连接部分螺孔和截面积是否满足设计要求。

3 盘柜现场安装时应满足配电柜安装要求，并且要牢固可靠，抗风能力大于 15m/s，且要有防雨和防小动物措施，避免发生柜内电气元件短路现象。

4 电缆敷设时应确认型号符合设计要求。

5 单芯电缆应无铠装或使用非磁性材料铠装，金属屏蔽层应在一端接地。

6 额定电流大于 250A 的单芯电缆禁止敷设在金属保护管内。

7 在紧邻电缆终端、接头或转弯处，应设置不少于 1 处的固定点。在垂直或斜坡的高位侧，宜设置不少于 2 处的固定点。水平段每隔 2m 固定一次，垂直段每隔 1.5 米固定一次。电缆敷设一根整理一根，固定牢固可靠、绑扎方向一致

8 固定电缆用的夹具、扎带、捆绳等部件，应具有足够的机械强度和适合使用环境的耐久性。电缆支、托架应表面平滑不得有尖端和毛刺。

9 三相系统中使用的单芯电缆敷设时，应组成紧贴的正三角形排列，以免发生涡流损耗，每隔 1 米用绑扎带扎牢。

10 电气盘柜要有可靠的接地。

4.4 跟踪驱动系统

4.4.1 应依据设计文件进行安装前的设备检查，一般跟踪系统在驱动装置配电柜内，外部有连接导线和倾角仪，应符合设计要求。

4.4.2 倾角仪在集热管安装时要及时，焊接或螺栓连接应满足设计要求。

4.4.3 将驱动装置配电柜内电缆敷设到倾角仪上，应依照设备已完成的导线轨迹支架进行敷设。

4.4.4 将导线根据设计要求与倾角仪进行连接，用扭矩扳手进行力矩检查。

4.4.5 应配合厂家对柜体内的跟踪系统元件进行现场复查。

4.5 辅助设备安装

4.5.1 一般规定

1 本章适用于集热场箱罐、循环泵、阀门及连接管路等辅助设备的施工。

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 4.5.1 进行。

表 4.5.1 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。

3 辅助设备基础交付安装时应符合“土建工程”的有关规定

4 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。

4.5.2 箱罐安装

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

6) 箱罐支座的支承面标高符合图纸要求，表面应平整。

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。

3 箱罐活动支座应符合下列规定：

1) 基础表面及与其接触底座的表面应光洁、无焊瘤、无毛刺。

2) 底座应平整，安装时应保持水平。

3) 基础支座和底座间应清洁并接触密实、无间隙。

4) 基础支座在箱罐膨胀方向应留有膨胀位置

4 箱罐注入介质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。

5 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。

4.5.3 附属机械安装

1 立式泵安装应符合下列规定：

1) 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

2) 立式泵固定部分安装应符合下列规定：

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

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) 立式泵主轴联轴器法兰平面坡度允许误差为 0.05mm/m。

2 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 5.3.2 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 4.5.3 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

4.5.4 阀门安装

1 阀门检验

1) 各类阀门安装前宜进行下列检查:

- a 填料用料是否符合设计要求, 填装方法是否正确
- b 填料密封处的阀杆有无腐蚀
- c 开关是否灵活, 指示是否正确
- d 铸造阀门外观无明显制造缺陷

2 作为闭路元件的阀门 (起隔离作用的), 安装前必须进行严密性检验, 以检查阀座与阀芯、阀盖及填料室各接合面的严密性。阀门的严密性试验应按 1.25 倍铭牌压力的水压进行。

3 低压阀门应从每批 (同制造厂、同规格、同型号) 中按不少于 10% (至少一个) 的比例抽查进行严密性试验, 若有不合格, 再抽查 20%, 如仍有不合格, 则应逐个检查; 用于高压管道的阀门应逐个进行严密性检验。

4 对安全门或公称压力小于或等于 0.6MPa 的阀门, 可采用色印对其阀芯密封面进行严密性检查。

5 阀门进行严密性水压试验的方式应符合制造厂的规定, 对截止阀的试验, 水应自阀瓣的上方引入, 对闸阀的试验, 应将阀关闭, 对各密封面进行检查。

6 阀门经严密性试验合格后, 应将体腔内积水排除干净, 分类妥善存放。

7 各类阀门, 当制造厂家确保产品质量且提供产品质量及使用保证书时, 可不作解体和严密性检查; 否则应符合本节的规定。

8 阀门的操作机构和传动装置, 应按设计要求进行检查与必要的调整, 达到动作灵活、指示正确。

9 阀门和法兰的安装

1) 阀门安装前, 除符合产品合格证和试验记录外, 还应按设计要求核对型号并按介质流向确定其安装方向。

2) 阀门安装前应清理干净, 保持关闭状态。安装和搬运阀门时, 不得以手轮作为起吊点, 且不得随意转动手轮。

3) 截止阀、止回阀及节流阀应按设计规定正确安装。

4) 所有阀门应连接自然, 不得强力对接或承受外加重力负荷。法兰周围紧力应均匀, 以防止由于附加应力而损坏阀门。

5) 安装阀门传动装置应符合下列要求:

a 万向接头转动必须灵活

b 传动杆与阀杆轴线的夹角不宜大于 30°

c 有热位移的阀门, 其传动装置应采取补偿措施

6) 安装时注意, 阀门手轮不宜朝下, 且应便于操作及检修

7) 法兰或螺纹连接的阀门应在关闭状态下安装。

8) 对焊阀门与管道连接应在相邻焊口热处理后进行, 焊缝底层应采用氩弧焊, 保证内部清洁, 焊接时阀门不宜关闭, 防止过热变形。

9) 法兰安装前, 应对法兰密封面及密封垫片进行外观检查, 不得有影响密封性能的缺陷。

10) 法兰连接时应保持法兰间的平行, 其偏差不应大于法兰外径的 $1.5/1000$, 且不大于 2mm , 不得用强紧螺栓的方法消除歪斜。

11) 法兰平面应与管子轴线相垂直, 平焊法兰内侧角焊缝不得漏焊, 且焊后应清除氧化物等杂质。

12) 法兰所用垫片的内径应比法兰内径大 $2\text{--}3\text{mm}$ 垫片宜切成整圆, 避免接口。

13) 当大直径垫片需要拼接时, 应采用斜口搭接或迷宫式嵌接, 不得平口对接。

14) 法兰连接除特殊情况外, 应使用同一规格螺栓, 安装方向应一致。紧固螺栓应对称均匀、松紧适度。

15) 安装阀门与法兰的连接螺栓时, 螺栓应露出螺母 $2\text{--}3$ 个螺距, 螺母宜位于法兰的同一侧。

16) 合金钢螺栓不得在表面用火焰加热进行热紧。

17) 连接时所使用紧固件的材质、规格、型式等应符合设计规定

18) 安全门及其附件安装正确并经过冷态整定, 排出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 $1.1\sim 1.25$ 倍, 回座压力应符合制造厂要求。

5 集热管焊接及检验

5.1 一般规定

5.1.1 焊接工程应按照《焊接工艺评定规程》DL/T 868 或《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014 进行焊接工艺评定，编制焊接工艺(作业)指导书。

5.1.2 焊接工程的质量验收工作按照《电力建设施工质量验收规程》DL/T5210.5 的规定执行。

5.1.3 焊接工作应遵守国家和行业的安全、环保规定和其他专项规定。

5.1.4 焊接人员应具备的条件

1 焊接技术人员

1) 焊接技术人员应经过专业技术培训，取得相应的资格证书。

2) 焊接技术人员应有不少于一年的专业技术实践。

3) 在焊接工程中担任管理或技术负责人的焊接技术人员应取得相应专业中级或以上专业技术资格。

2 焊接质量检查人员

1) 焊接质量检查人员应具有初中以上文化程度，具有三年及以上实践工作经验。

2) 焊接质量检查人员应经过专门技术培训，具备相应的质量管理知识，并取得相应的资格证书。

3 焊接检验、检测人员

1) 无损检测人员按照《电力工业无损检测人员资格考试规则》DL/T 675 或《特种设备无损检测人员考核规则》TSG Z8001 的规定参加考核并取得相应的技术资格。

2) 从事金相、光谱、力学性能检测的人员，应按照《电力行业理化检验人员资格考核规则》DL/T 931 的规定取得相应的资格。

3) 焊接检验、检测人员的资格证书应在有效期内。

4) 评定检测结果，签署无损检测报告的人员应由Ⅱ级及以上人员担任。

4 焊工与焊机操作工

从事焊接工作的焊工与焊机操作工应按照《焊工技术考核规程》DL/T 679 或《特种设备焊接操作人员考核细则》TSG Z6002 的规定参加焊工技术考核，取得相应资格。

5.2 材料

5.2.1 钢材

钢材材质应符合设计选用标准的规定，进口钢材必须符合合同规定的技术条件。钢材应附有材质合格证书。首次使用的钢材在进行焊接工艺评定前应收集焊接性资料和其他热加工方法的指导性工艺资料。

5.2.2 焊接材料

焊接材料应根据钢材的化学成分、力学性能、使用工况条件和焊接工艺评定的结果选用。

1 同种钢焊接材料的选用应符合以下基本条件：

- 1) 熔敷金属的化学成分和力学性能应与母材相当。
- 2) 焊接工艺性能良好。

2 异种钢焊接材料的选用原则应符合《火力发电厂异种钢焊接技术规程》DL/T 752 的规定。

3 焊接材料的质量应符合国家标准的规定，焊接工程中使用的进口焊接材料应在使用前通过复验确认其符合设计使用要求。

4 焊接材料的存放、管理应符合《焊接材料质量管理规程》JB/T 3223 的规定。

5 焊条、焊剂在使用前应按照其说明书的要求进行烘焙，重复烘焙不得超过两次。焊接重要部件的焊条，使用时应装入保温温度为 80℃~110℃的专用保温筒内，随用随取。

6 焊丝在使用前应清除锈、垢、油污。

5.2.3 焊接用气体

气体保护焊使用的氩气应符合《氩》GB/T4842 的规定。

5.2.4 焊接设备

1 焊接设备(含无损检测设备)及仪表应定期检查，需要计量校验的部分应在校验有效期内使用。

2 所有焊接和焊接修复所涉及的设备、仪器、仪表在使用前应确认其与承担的焊接工作相适应。

5.3 坡口制备及组对要求

5.3.1 一般要求

- 1 焊口的位置应避免应力集中区，且便于焊接施工。
- 2 管接头和仪表插座一般不可设置在焊缝或焊接热影响区内。
- 3 管孔不宜布置在焊缝上，并避免管孔接管焊缝与相邻焊缝的热影响区重合。当无法避免在焊缝上或焊缝附近开孔时，应满足以下条件：

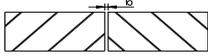
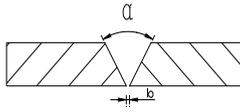
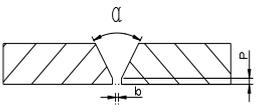
- 1) 管孔周围大于孔径且不小于 60mm 范围内的焊缝及母材，应经无损检测合格。
- 2) 孔边不在焊缝缺陷上。

- 4 焊件组对的局部间隙过大时，应设法修整到规定尺寸，不应在间隙内加填塞物。
- 5 除设计规定的冷拉焊口外，其余焊口不应强力组对，不应采用热膨胀法组对。

5.3.2 坡口加工

- 1 焊接接头的形式应按照设计文件的规定选用，焊缝坡口应按照设计图纸加工。
- 2 如果设计文件无规定时，焊接接头形式和焊缝坡口尺寸应按照能保证焊接质量、填充金属量少、减小焊接应力和变形、改善劳动条件、便于操作、适应无损检测要求等原则选用。
- 3 焊件下料与坡口制备宜采用机械加工的方法。
- 4 坡口内及边缘 20mm 内母材无裂纹、重皮、坡口破损及毛刺等缺陷。
- 5 焊件组对时，其坡口形式及尺寸符合图纸要求或符合表 5.3.2 规定。

表 5.3.2 焊接接头坡口形式及尺寸

序号	接头类型	坡口形式	图 形	焊接方法 a	自动化程度	接头结构尺寸		
						α	b (mm)	P (mm)
1	对接	I 形		GTAW	自动	—	0~0.5	—
2	对接	V 形		GTAW	自动	$35^\circ \sim 40^\circ$	0~0.5	0
3	对接	V 形		GTAW	手工	$30^\circ \sim 35^\circ$	0.5~4	0~0.5

5.3.3 焊口组对及检查

1 集热管组对前应将坡口表面及附近母材(内、外壁)的油、漆、垢、锈等清理干净,并用丙酮或酒精清洗。

2 集热管组对时应做到内壁(根部)齐平,必须保证集热管同心度符合设计要求,一般应控制在1mm以内。

3 集热管组对的对口间隙应符合表5.2.5规定。

4 组对前应对集热管进行检查,集热管外部玻璃管应无划痕无破损,集热管镜斑正常无变色现象,真空度完好。

5 集热管组对时,应使集热管真空嘴在同一条直线上。

5.4 焊接工艺

5.4.1 环境要求

1 允许进行焊接操作的最低环境温度因钢材不同分别为:

碳钢材料为 -10°C ;不锈钢材料不作规定。最低环境温度可在施焊部位为中心的以1m为半径的空间范围内测量。

2 焊接现场应该具有防潮、防雨、防雪、防风设施。

3 气体保护焊,环境风速应小于 2m/s ;其他焊接方法环境风速应小于 8m/s 。

4 不锈钢层间温度应控制在 150°C 以下。

5.4.2 焊接方法与工艺

1 根层焊道应采用氩弧焊焊接。

2 除非确有办法防止根层焊道氧化,集热管焊接时,内壁或焊缝背面应充氩气或混合气体保护,并确认保护有效。

3 不应在被焊工件表面引燃电弧、试验电流或随意焊接临时支撑物。

4 焊接时,管子内不应有穿堂风。

5 定位焊时,焊接材料、焊接工艺等应与正式施焊时相同外,还应满足下列要求:

1) 焊缝定位焊接后,应检查各个定位焊点质量,如有缺陷应清除,重新进行定位焊。

2) 焊接时,应采用必要的措施将波纹管等进行保护,防止集热管波纹管等的损伤。

5.5 质量检验

5.5.1 焊接质量的检查和检验，实行三级检查验收制度，采用自检与专业检验相结合的方法，按照《电力建设施工质量验收规程》DL/T5210.5 进行焊接工程质量验收。

5.5.2 焊接质量检查应包括焊接前、焊接过程中和焊接结束后三个阶段。焊接接头的质量检查按照先外观检查后内部检查的原则进行。

5.5.3 焊接前检查应符合下列规定：

- 1 坡口表面的清理应符合本标准的规定；
- 2 坡口加工应符合设计要求或表 5.2.5 的规定；
- 3 对口尺寸应符合表 5.2.5 的规定。

5.5.4 焊接过程中的检查应符合下列规定：

- 1 层间温度应符合本标准规定；
- 2 焊接工艺参数应符合工艺指导书（焊接作业指导书）的要求。
- 3 焊接结束后的检查应符合本标准的要求：

外观检查应符合本标准规定，见表 5.5.4，外观检查不合格的焊缝，不允许进行其他项目检验。

表 5.5.4 焊缝外观尺寸

接头形式	检查项目	检查要求	
		合格	优良
对接接头	焊缝余高	0~3mm	0~2mm
	焊缝余高差	≤2mm	≤1mm
	焊缝宽度	每侧比坡口增宽小于 2mm	每侧比坡口增宽小于 1mm

5.5.5 焊工应对所焊接头进行外观检查，必要时焊接质量检查人员应使用焊缝检验尺或 5 倍放大镜对焊接接头进行检查。

5.5.6 焊接接头无损检测

1 除合同和设计文件另有规定，焊接接头无损检测的工艺质量、焊接接头质量分级应根据部件类型特征，分别按《金属熔化焊对接接头射线检测技术和质量分级》DL/T 821、《管道焊接接头超声波检验技术规程》DL/T 820、《承压设备无损检测》NB/T47013 的规

定执行，焊缝射线检验的质量等级为Ⅱ级，超声波检验的质量等级为Ⅰ级。对同一焊接接头同时采用射线和超声波两种方法进行检测时，均应合格。

2 无损检测比例按照设计要求或合同要求执行，若设计和合同无要求，按照《火力发电厂焊接技术规程》DL/T869 执行。

3 无损检测的结果若有不合格时，应对该焊工当日的同一批焊接接头中按不合格焊口数加倍检验，加倍检验中仍有不合格时，则该批焊接接头评为不合格。

4 对修复后的焊接接头，应 100%进行无损检测。

6 严密性试验

集热器系统安装完成后应按设计规定对系统进行严密性试验，以检查系统及各连接部位（焊缝、法兰接口等）的工程质量。对介质储罐宜采用灌水查漏的方法，集热管道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。

6.1 气压试验

6.1.1 试验介质应采用干燥洁净的空气、氮气或其它不易燃和无毒的气体。

6.1.2 气压试验温度严禁接近金属材料的脆性转变温度。

6.1.3 承受内压钢管及有色金属管的试验压力应为设计压力的 1.15 倍。

6.1.4 气压试验时应装有压力泄放装置，其设定压力不得高于试验压力的 1.1 倍。

6.1.5 气压试验前，应用空气进行预试验，试验压力宜为 0.2MPa。

6.1.6 气压试验时，缓慢升压至试验压力，稳压 10min，再将压力降至工作压力，以发泡剂检验无泄漏为合格。

6.2 液压试验

液压和灌水试验应符合下列规定：

6.2.1 液压试验应使用洁净水。当水对管道或工艺有不良影响并有可能损坏管道时，可使用其它合适的无毒液体。

6.2.2 液压试验温度严禁接近金属材料的脆性转变温度。

6.2.3 试验压力应符合下列规定：

1 承受内压的地上钢管道及有色金属管道试验压力应为设计压力的 1.5 倍。

2 当管道的设计温度高于试验温度时，试验压力应按下式计算，并应校核管道在试验压力（ P_T ）条件下的应力。当试验压力在试验温度下产生超过屈服强度的应力时，应将试验压力降至不超过屈服强度时的最大压力。

$$P_T = 1.5 P [\sigma]_T / [\sigma]^t \quad (\text{式 } 6.2.3)$$

式中： P_T ——试验压力（表压）（MPa）；

P ——设计压力（表压）（MPa）；

$[\sigma]_T$ ——试验温度下，管材的许用应力（MPa）；

$[\sigma]^t$ ——设计温度下，管材的许用应力（MPa）。

当 $[\sigma]_T / [\sigma]^t$ 大于 6.5 时，取 6.5。

3 当管道与设备作为一个系统进行试验，且管道的试验压力等于或小于设备的试验压力时，应按管道的试验压力进行试验。当管道试验压力大于设备的试验压力，且无法将管道与设备隔开，以及设备的试验压力不小于按式（6.2.3）

计算的管道试验压力的 77%时，经设计或建设单位同意，可按设备的试验压力进行试验。

4 对位差较大的管道，应将试验介质的静压计入试验压力中。液体管道的试验压力应以最高点的压力为准，其最低点的压力不得超过管道组成件的承受力。

6.2.4 液压试验时，应缓慢升压，达到试验压力后应保持 10min，然后降压至工作压力，稳压 30min，对系统进行全面检查，无压降、无渗漏为合格。

6.2.5 不锈钢、镍及镍合金管道，或连有不锈钢、镍及镍合金管道组成件或设备的管道，在进行水压试验时，水中氯离子含量不得超过 25×10^{-6} （25ppm）。

6.2.6 箱罐注水应满足设计液位要求，并进行沉降观测记录，无渗漏、无明显沉降为合格。

6.3 空气吹扫

6.3.1 空气吹扫的技术要求和质量应符合国家现行有关标准和设计文件的规定。

6.3.2 应在排气口设置贴有白布或涂白漆的木制靶板进行检验，吹扫 5min 后靶板上应无铁锈、尘土、水分及其他杂物。

6.3.3 空气吹扫合格的管道在投入使用前，应按设计文件的规定进行封闭。

6.4 试验结束

试验和吹扫合格后对系统全面恢复，并进行见证签字。

7 集热场试运行

7.0.1 集热场分部试运、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。

7.0.2 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

7.0.3 现场配备足够的消防器材，消防系统能可靠投运，事故排油或融盐系统处于备用状态。

7.0.4 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。

7.0.5 设备及管道的保温工作已完成，管道支吊架已调整结束。

7.0.6 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。

7.0.7 参与试运的各种容器，已进行必要的清理。

7.0.8 各指示和记录仪表及信号装置已装设齐全，并经校验调整准确。

7.0.9 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。

7.0.10 附属机械分部试运行前应检查下列各项

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 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。

7.0.11 试运介质注入

1 设计介质应满足设计要求，输送设备单体调试完成。

2 输送管道、阀门以及管道伴热和保温安装完成，输送介质有温度要求时应提前将加热器投运，并能达到设计要求。

3 储罐加热器和管道伴热已投运，且运行温度指标满足设计要求。使用熔融盐介质时系统中的设备与管道温度实测值应大于 260° 时，方可进行投运。

4 跟踪驱动装置应配合厂家进行调试，调试应正常，并已传入可编辑逻辑控制器系统（PLC）或者分布式控制系统（DCS），画面控制应正常。

5 预热参数达到设计要求时，应对介质循环泵进行送电，送电要求满足规范要求。启动循环泵进行集热场介质液体循环，应调节泵的频率循序渐进，直到系统全部正常注入介质，温度无明显下降即为正常运行。

6 检查系统中全部设备情况，驱动装置油位应正常，旋转时无卡涩现象，加热器运行应正常，螺栓连接应无松动，现场实测温度应符合设计要求，旋转设备符合设计要求，集热管膨胀均匀，膨胀数值满足设计和设备要求。

7 利用倾角仪传输的太阳光角度与气象设备数据进行自动对比，并能自动调整集热器角度进行逐日，启动聚光加热系统，集热器温度测点数值应满足设计要求，且应满足末端设计温度参数要求。

8 温度参数达到设计温度值时，应打开热储罐主阀，收集满足运行参数的高温介质，注意观察冷、热储罐液位，并进行现场实地测量。

9 远传雷达液位计和实际液位值应保持一致，及时记录液位数值。

10 注意应依据设计文件和运行规程要求进行现场巡查，观察膨胀间隙，观察高温下集热管的变化状态，观测旋转设备运行是否正常，检查是否有漏点，检查防爆装置是否爆破发生泄漏，检查循环泵是否正常运行，检查阀门是否正常，并进行记录。

8 施工质量检查

8.1 集热场基础检查、划线及垫铁地脚螺栓安装

适用范围：太阳能槽式光热集热场塔架基础检查、划线、地脚螺栓检查及垫铁安装。
质量标准及检验方法见表 8.1

表 8.1 塔架基础检查、划线、及垫铁安装

工序	检验项目		性质	单位	质量标准	检验方法和器具	
基础检查	基础几何尺寸		一般	mm	±20	对照图纸,用钢尺检测	
	中心位置偏差		主控	mm	±3	对照图纸,用全站仪检测	
	基础表面质量		一般		表面无露筋、蜂窝、孔洞、夹渣、疏松、裂缝	观察	
	设备安装基础混凝土强度		一般		$m_{fcu} \geq 1.15f_{cu,k}$, $f_{cu,min} \geq 0.95f_{cu,k}$	现场实测或检查试验报告计算	
基础划线	基础纵横主中心线偏差		主控		±5	以主厂房建筑基准点或集热场纵横中心线为基准,用全站仪检测	
	中心线距离偏差		主控		±1	用全站仪或钢尺检测	
	地脚螺栓偏差		主控		±1	用钢尺检测	
	标高偏差				±2	用激光水准仪检测	
垫铁安装	垫铁组面积				符合 DL/5190.2-2012 中附录 K 的计算规定	检验计算	
	斜垫铁几何尺寸	斜率	主控		同设计要求	用钢尺检测	
		最薄边厚度		mm	同设计要求		
		长宽尺寸		mm	同设计要求		
	垫铁表面质量				平整,无毛刺、油污,斜垫铁经机加工	观察	
	垫铁设置	放置顺序				放置稳固,符合设计要求	观察
		每组垫铁块数			块	≤3	观察
层间接触				接触严实,用 0.1mm 塞尺塞入深度不超过垫铁长度的 20%	用塞尺、钢尺检测		

		放置部位			放置位置在塔架地脚螺栓主受力台板上、下侧	观察
地脚螺栓检查安装		地脚螺栓垂直偏差		mm	$\leq (1/100) * L$ (L-螺栓长度)不得大于2mm	用直角尺测量
		地脚螺栓、螺母、垫圈安装			接触平整良好,螺母拧紧后螺栓外露2-3扣	观察
		紧地脚螺栓时的混凝土强度			$\geq 70\%$ 混凝土设计强度	检查施工记录及试件强度报告
		地脚螺栓标高		mm	超出基础顶面 ≥ 200	用钢尺或盒尺测量

注: $m_{f_{cu}}$ — 同一验收批混凝土强度的平均值, N/mm^2 ; $f_{cu,k}$ — 设计的混凝土强度的平均值, N/mm^2 ; $f_{cu,mi}$ — 同一验收批混凝土强度的最小值, N/mm^2

8.2 塔架安装

适用范围：太阳能槽式光热集热场塔架安装。

质量标准及检验方法见表 8.2。

表 8.2 塔架安装

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
划线	塔架划线	主控		方法正确，标记明显	按塔架面几何中心线划线，塔架底板、顶板中心线以塔架面中心线为基准划线。
塔架安装	塔架中心线偏差	主控	mm	±1	用钢板尺检测塔架底部中心线与基础底板中心线偏差，测量前后左右四个方位
	塔架标高偏差		mm	±1	用激光水平仪检测
	各塔架间相互标高偏差		mm	≤2	按设计标高推算
	各塔架间距偏差		mm	±2	用弹簧称、钢卷尺在全长上、下两处测量
	塔架垂直度偏差		mm	塔架高度×1.6%(设计斜率)	用经纬仪、钢板尺检测塔架互成 90 度的两个方向
驱动塔	地脚螺母紧固	主控	Nm	根据设计要求 M30 的拧紧力矩为 1400Nm	用校验力矩扳手检查
末端、中间及塔架	地脚螺母紧固	主控	Nm	根据设计要求 M24 的拧紧力矩为 758Nm	用校验力矩扳手检查

8.3 轴承支座安装

- 1 适用范围：太阳能槽式光热集热场轴承支座检查安装
- 2 质量标准及检验方法见表 8.3

表 8.3 轴承支座检查安装

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
塔架	座圈水平度偏差		mm	≤ 1	用水平仪检测
	中心线偏差	主控	mm	± 1	用钢卷尺检测
	间距中心		mm	± 2	用钢卷尺检测
回转盘	中心线偏差		mm	$\leq 0.5\%$ 回转盘直径	用钢卷尺检测
	水平度偏差			≤ 1	用水平仪检测
	自润滑轴套		mm	与座圈间隙小于 1mm	目测
回转轴承与上、下座圈组合	回转轴承与座圈装置			螺栓紧固，接触严密	用塞尺检测
	座圈接触面间隙	主控	mm	≤ 0.1	在弧长 90° 范围内，在 ≤ 200 区间塞试
	上座圈平面倾斜度	主控	mm	$\leq 0.5\%$ 上座圈外径	用玻璃水平管检测
	螺栓紧固力矩		Nm	根据设计要求 M20 的拧紧力矩为 438Nm	用校验力矩扳手检查
注油嘴注油	油脂品质			应符合设计要求	观察油脂外观品质，查看说明书

8.4 塔架整体复查

- 1 适用范围：太阳能槽式光热集热场塔架安装整体复查。
- 2 质量标准及检验方法见表 8.4

表 8.4 塔架整体复查

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
测量 框架	几何尺寸偏差	主控	μm	≤ 18	卡尺和板尺配合测量
塔架 整体 复查	标高偏差	主控	mm	± 1	利用全站仪和测量标准框架测量并核算实际标准值
	塔距偏差	主控	mm	± 2	利用全站仪和测量标准框架测量并核算实际标准值
	塔架中心线偏差	主控	mm	± 1	利用全站仪和测量标准框架测量并核算实际标准值

8.5 柱脚二次灌浆

适用范围：太阳能槽式光热集热场塔架柱脚二次灌浆。

质量标准及检验方法见表 8.5。

表 8.5 柱脚二次灌浆

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
基础检查	基础洁净度	主控		无杂物、污垢	观察
	地脚螺栓(钢筋)外观检查			无漏焊,焊缝长度、高度符合设计要求,无焊渣。螺栓紧固完毕,无油垢。	观察
二次灌浆	二次灌浆混凝土标号	主控		符合设计要求	核对设计资料
	二次灌浆			灌浆时捣实,表面光洁,无麻面,外形尺寸符合设计	观察,并检查施工记录

8.6 驱动塔集热管支撑设备检查和组装

适用范围：太阳能槽式光热集热场驱动塔集热管支撑设备（HCE）检查和组装。

质量标准及检验方法见表 8.6-1，8.6-2。

表 8.6-1 驱动塔集热管支撑设备检查

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
HCE 支撑 设备 检查	设备外观检查			无裂纹、重皮、严重锈蚀、损伤	观察
	厂家焊缝	主控		焊缝尺寸符合厂家设计要求，焊接无咬边、气孔、裂纹等缺陷，焊缝成型良好	观察，焊缝尺寸用焊接检验尺检测，核对出厂质量证明文件
	材 质	主控		无错用	核对产品技术资料
	长度偏差	主控	mm	±1	用钢卷尺检测
	弯曲度	主控	mm	不大于支撑臂长的1/1000，且最大不超过1	检测互成 90° 两个方位；拉线、钢板尺检测
	扭转值		mm	不大于支撑臂长的1/1000，且最大不超过1	按本部分附录E通用检测方法第四条进行检测
	支撑臂中心线偏差	主控	mm	≤1	用一米等边直角尺、塞尺检测或吊线坠、钢尺检测；检测互成 90° 两个方位
	支撑座销孔偏差		mm	≤0.2	用一米钢板尺和塞尺，检测互成 90° 两个方位

表 8.6-2 驱动塔集热管支撑臂组装

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
HCE 支撑 臂组 装	部件外观检查			零件齐全,无裂纹、毛刺,油孔畅通,有钢字号	观察
	轴与孔配合			符合图纸规定	用千分卡尺、游标卡尺检测
	装配工艺			按厂家原配成对安装,不能混用;装配无打击印痕,零部件不受损伤;不允许加垫片或冲打轴预取得紧力;轴孔装配不松动,锁紧螺母可靠。	观察
	支撑销轴安装			与联轴节指销孔吻合,且销有紧力,并有防松装置。	观察
	联轴节油质			符合设备技术文件规定	检查油质合格证

8.7 单体调试

适用范围：太阳能槽式光热集热场驱动设备单体调试。

质量标准及检验方法见表 8.7。

表 8.7 单体调试

工序	检验项目		性质	单位	质量标准	检验方法和器具
LOC	控制柜电气元件				安装稳固，没有损坏、连接不良等现象	观察
	外壳接地		主控	Ω	连接可靠，接地电阻 ≤ 4 欧姆	观察，万用表测量
	设备绝缘		主控	$M\Omega$	$\geq 0.5M\Omega$	兆欧表
液压单元	轴承温度	滑动轴承	主控	$^{\circ}C$	≤ 65	用测温仪检测或观察仪表
		滚动轴承	主控		≤ 80	
	元器件				无破损、无油渍	观察
	液压油				利用手油泵从油桶内泵出液压油，通过5—10um滤网进行过滤，加油量在20L—25L。加注完成后，拧紧油箱盖。	观察，液位达到透镜中部刻度即可
	电机转向				方向正确	点动观察
	往复运动部件				整个行程无异常振动、阻滞、偏走现象	观察
	安全伐、卸荷伐				调整灵活，在设备技术文件规定的范围应灵敏、正确地动作	观察
	油泵机械密封装置				符合设备技术文件规定，密封良好，不漏油，不发热	观察

8.8 驱动装置试运

适用范围：太阳能槽式光热集热场驱动装置试运。

质量标准及检验方法见表 8.8。

表 8.8 驱动装置试运

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
试运准备	系统检查			系统完整，内部清洁	观察
	厂家焊缝			焊接无裂纹、咬边等缺陷，焊缝成型良好	观察，焊接检验尺检测
	各部位螺栓连接			无缺件和松动	观察、扳手检查
	设备周围环境			无脚手架、无杂物	观察
0°位置确认	0°位置确认	主控		LOC 置于 0° 位置，量具上左右两侧刻度值一致	观察
	偏差矫正	主控		使左右刻度一致，倾角仪反馈值为 0°	观察
120°位置调整	限位开关	主控		LOC 置于+120° 位置，驱动臂停止转动。	调整限位开关触片
	限位开关	主控		LOC 置于-120° 位置，驱动臂停止转动。	调整限位开关触片

8.9 集热器支撑设备检查

适用范围：太阳能槽式光热集热场集热器支撑设备检查。

质量标准及检验方法见表 8.9。

表 8.9 集热器支撑设备检查

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
设备检查	设备外观			无裂纹、重皮、严重锈蚀、损伤	观察
	厂家焊缝			焊缝尺寸符合厂家设计要求，焊接无裂纹、咬边等缺陷，焊缝成型良好	观察，焊缝尺寸用焊接检验尺检测，核对出厂质量证明文件
	材质	主控		无错用	核对产品技术资料
扭矩管设备检查	长度偏差	主控	mm	≤ 2	用钢卷尺检测四个棱角长度，取公差最大值
	挠度和旁弯偏差	主控	mm	不大于全长的 1/1000，且不大于 10	检测互成 90° 两个方位；拉线，用钢板尺检测
	扭转值	主控	mm	不大于全长的 1/1000，且不大于 10	按本部分附录 E 通用检测方法第四条进行检测
	支撑臂轴座销孔位置	主控		符合图纸	用弹簧称、钢卷尺检测
悬臂设备检查	悬臂连接板螺孔位置	主控		符合图纸	用红外检测
	悬臂连接板与悬臂平面度	主控	mm	≤ 1	拉钢丝线检测
	单支悬臂抛物面检查	主控	mm	≤ 0.1	专用抛物面模具检测

8.10 集热器支撑组合

适用范围：太阳能槽式光热集热场集热器支撑设备组合。
质量标准及检验方法见表 8.10。

表 8.10 集热器支撑组合

工序	检验项目		性质	单位	质量标准	检验方法和器具
SCE 组合	扭矩管定位	高差	主控	mm	模拟管中心到扭矩管定位销（下侧）中心孔的距离 2319，允许误差±2	用盒尺检测
		左右平移	主控	mm	模拟管中心线到扭矩管中心线左右距离，±1.5	用盒尺检测
		水平中心线找水平	主控		≤0.1°	用激光水平仪、盒尺检测
		垂直中心线找水平	主控		≤0.1°	用激光水平仪、盒尺检测
	悬臂安装				符合图纸要求	目测
	悬臂螺栓紧固		主控		拧紧力矩为 225Nm	力矩扳手检测

8.11 随动轴检查安装

适用范围：太阳能槽式光热集热场集热器随动轴检查安装。

质量标准及检验方法见表 8.11。

表 8.11 随动轴检查安装

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
设备检查	设备外观			无裂纹、重皮、严重锈蚀、损伤	观察
	厂家焊缝			焊缝尺寸符合厂家设计要求，焊接无裂纹、咬边等缺陷，焊缝成型良好	观察，焊缝尺寸用焊接检验尺检测，核对出厂质量证明文件
	材质	主控		无错用	核对产品技术资料
	轴端间隙检查	主控	mm	≤1	用钢卷尺检测四个棱角长度，取公差最大值
	螺栓和销孔检查	主控		和螺栓、圆销配合符合要求	目测
设备安装	销钉连接	主控		符合图纸	卡尺检查
	螺栓连接	主控	Nm	438	用力矩扳手抽检
	设备就位安装	主控		符合图纸	塞尺检查间隙

8.12 集热管支撑设备检查

适用范围：太阳能槽式光热集热场集热管支撑设备（HCE）检查。
质量标准及检验方法见表 8.12。

表 18.12 集热管支撑设备检查

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
HCE 支撑 臂检 查	设备外观检查			无裂纹、重皮、严重锈蚀、损伤	观察
	厂家焊缝			焊缝尺寸符合厂家设计要求，焊接无咬边、气孔、裂纹等缺陷，焊缝成型良好	观察，焊缝尺寸用焊接检验尺检测，核对出厂质量证明文件
	材 质			无错用	核对产品技术资料
	长度偏差	主控	mm	≤ 2	用钢卷尺检测
	与螺栓、圆销配合			符合图纸要求	观察
HCE 支撑 铰链	绝缘板	主控		无破损，尺寸符合图纸要求	观察，用盒尺测量
	绝缘套管	主控		无破损，尺寸符合图纸要求	观察，用盒尺测量
	上下铰链及配件			规格型号符合图纸要求	观察，用盒尺测量

8.13 集热管支撑臂组装和自由旋转验证

适用范围：太阳能槽式光热集热场集热管支撑臂组装和自由旋转验证。
质量标准及检验方法见表 8.13。

表 8.13 支撑臂组装和自由旋转验证

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
支撑臂组装	支撑臂中心线偏差	主控	mm	± 1	用红外线和经纬仪检测
	标高偏差		mm	≤ 1	激光水平仪测量
	各支撑臂间相互标高偏差	主控	mm	≤ 1	按支撑臂标高推算
	各支撑臂间距偏差		mm	≤ 1	用弹簧称、钢卷尺在全长上、中、下三处测量
	轴套安装间隙偏差		mm	≤ 1	卡尺测量
	集热管卡块组装			符合图纸要求	目测
自由旋转验证	与支撑座连接			符合图纸要求，力矩 50Nm	目测
	自由旋转			0-180° 自由旋转	目测

8.14 反射镜设备检查

适用范围：太阳能槽式光热集热场反射镜设备检查。
质量标准及检验方法见表 8.14。

表 8.14 反射镜设备检查

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
反射 镜设 备检 查	设备外观检查	主控		无开胶、无破损	观察
	材 质			无错用	核对产品技术资料
	与螺栓配合	主控		符合图纸要求	观察
	镜面弧度检查	主控	mrاد	≤ 0.3	用专用样板检测
	镜面清洁度			无污渍	观察、清洗

8.15 反射镜安装

适用范围：太阳能槽式光热集热场反射镜设备安装。

质量标准及检验方法见表 8.15。

表 8.15 反射镜设备安装

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
反射 镜安 装	安装顺序			符合设计要求	目测
	与悬臂螺栓连接	主控	NM	8-12NM	力矩扳手检测
	截获因子	主控		单片 $\geq 90\%$	用 Marposs 设备检测，不符合的用专用设备修复
	随动轴套安装			符合图纸要求，力矩 439Nm	目测，力矩扳手抽检

8.16 集热器模块检测

适用范围：太阳能槽式光热集热场集热器模块检测。

质量标准及检验方法见表 8.16。

表 8.16 集热器模块检测

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
扭矩管定位	高差	主控	mm	2319±2	模拟管中心到扭矩管定位销（下侧）中心孔的距离
	左右平移	主控	mm	±1	模拟管中心线到扭矩管中心线左右距离
	中心线	主控		0.1 度	扭矩管水平中心线找水平
		主控		0.1 度	扭矩管垂直中心线找竖直
悬臂安装	紧固力矩		Nm	225	力矩扳手抽检
反射镜安装	紧固力矩		Nm	8-12	力矩扳手抽检
铰链安装	紧固力矩		Nm	11	力矩扳手抽检
HCE检测	截获因子	主控		≥97%	Marposs 检测

8.17 集热器模块安装

适用范围：太阳能槽式光热集热场集热器模块安装。

质量标准及检验方法见表 8.17。

表 8.17 集热器模块安装

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
SCE 安装	安装顺序	主控		符合设计要求	目测
	与塔架螺栓连接	主控	NM	符合图纸要求	力矩扳手检测
	随动轴套安装			符合图纸要求	目测
	随动轴法兰间隙检查			符合设计要求	0.5mm 塞尺检测

8.18 集热管设备检查

适用范围：太阳能槽式光热集热场集热管设备检查。

质量标准及检验方法见表 8.18。

表 8.18 集热管设备检查

工序	检验项目	性质	单位	质量标准	检验方法和器具
设备检查	零件外观	主控		表面无损伤、裂纹、重皮等缺陷；补偿器间隙应均匀；玻璃管无破损；真空破坏处应无明显变化	观察
	零件外形尺寸	主控	mm	符合厂家设计图纸要求	用钢卷尺抽查
	零件材质			无错用，合金部件作光谱分析并在明显处作标识	核对产品技术资料，合金部件作光谱分析，并出具报告
	厂家焊缝	主控		焊缝高度符合图纸要求，无裂纹、夹渣、气孔等缺陷，成型良好	观察，焊缝尺寸用焊接检测尺抽查

8.19 水压试验

适用范围：用于太阳能槽式光热集热场集热管水压试验。

质量标准及检验方法见表 8.19。

表 8.19 集热管水压试验

工序	检验项目		性质	单位	质量标准	检验方法和器具
水压试验	试验压力		主控	MPa	符合厂家技术标准要求，无要求时，符合 DL 612—1996 第 14.9 条规定	试验时使用已检定标准压力表（不低于 0.5 级）观察
	水压用水	压力≤1.6MPa	主控		采用除盐水或软化水	
	水质	氯离子含量	主控	mg/L	<0.2	水质由化学专业人员取样分析
		联氨或丙酮肟含量		mg/L	200~300	
		PH 值			10~10.5	
	水温			℃	一般以 5℃ 以上为宜，或根据厂家说明书要求，不宜高于 70℃	温度计测量
	试验环境温度※			℃	≥5	实测
	试验条件、范围、程序				应符合 DL/T 5047-95 中 3.6.6 条和已审批的水压试验试验作业指导书的要求	在试验前、过程中检查
	严密性检查		主控		承压件及所有焊缝、人孔、手孔、法兰、阀门等处不渗漏，无变形破裂	符合 DL/T 5047-95 中 3.6.6 条规定
试验后恢复				应及时放水，按设备技术条件或规范规定，采取防腐措施；并及时消除水压试验发现的缺陷	逐条检查，办理签证	
吹扫实验	联通管内部清洁				管子采用吹扫压力不小于 0.35Mpa 压缩空气或者惰性气体吹扫，清洁无杂物	观察

注：※水压环境温度如达不到标准规定，且又必须立即进行水压试验时，则应采取可靠的防寒、防冻措施。

8.20 必须的施工记录清单

- (1) 塔架安装检查记录
- (2) 集热器组装记录、检测记录
- (3) 集热器安装记录
- (4) 集热管装配记录
- (5) 集热管安装记录，对地绝缘记录
- (6) 旋转设备安装记录
- (7) 驱动装置检查加注记录
- (8) 电气设备绝缘测试记录
- (9) 电气、仪表元件复验报告、调校记录
- (10) 电气设备运行过程参数记录
- (11) 气象天气记录
- (12) 运行参数记录
- (13) 电加热、焦耳加热数据记录

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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

- 1 《太阳能发电站支架基础技术规范》 GB 51101
- 2 《聚光型太阳能热发电术语》 GB/T 26972
- 3 《太阳能热发电第一部分：术语》 IEC TS 62862-1-1（现行）
- 4 《太阳能光热发电真空集热管》 T/CEEIA267
- 5 《工业设备及管道绝热工程施工规范》 GB50126
- 6 《电力建设施工质量验收规程 第1部分：土建工程》 DLT5210.1
- 7 《电力建设施工质量验收及评定规程 第7部分：焊接》 DLT 5210.7
- 8 《火力发电厂焊接技术规程》 DL/T869
- 9 《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》 GB50185
- 10 《电力建设安全工作规程》 DL5009.1
- 11 《电力基本建设火电设备维护保管规程》 DL/T 855
- 12 《火力发电厂金属技术监督规程》 DL/T 438
- 13 《电力建设施工技术规范 第1部分：土建结构工程》 DL5190.1
- 14 《工程测量规范》 GB 50026
- 15 《起重机安全使用》 GB/T 23723
- 16 《起重机检查》 GB/T 23724
- 17 《起重机械使用管理规则》 TSG Q5001
- 18 《建筑施工场界噪声限值》 GB 12523
- 19 《焊接工艺评定规程》 DL/T 868
- 20 《承压设备焊接工艺评定》 NB/T 47014
- 21 《金属熔化焊对接接头射线检测技术和质量分级》 DL/T 821
- 22 《管道焊接接头超声波检验技术规程》 DL/T 820
- 23 《承压设备无损检测》 NB/T47013