目　录

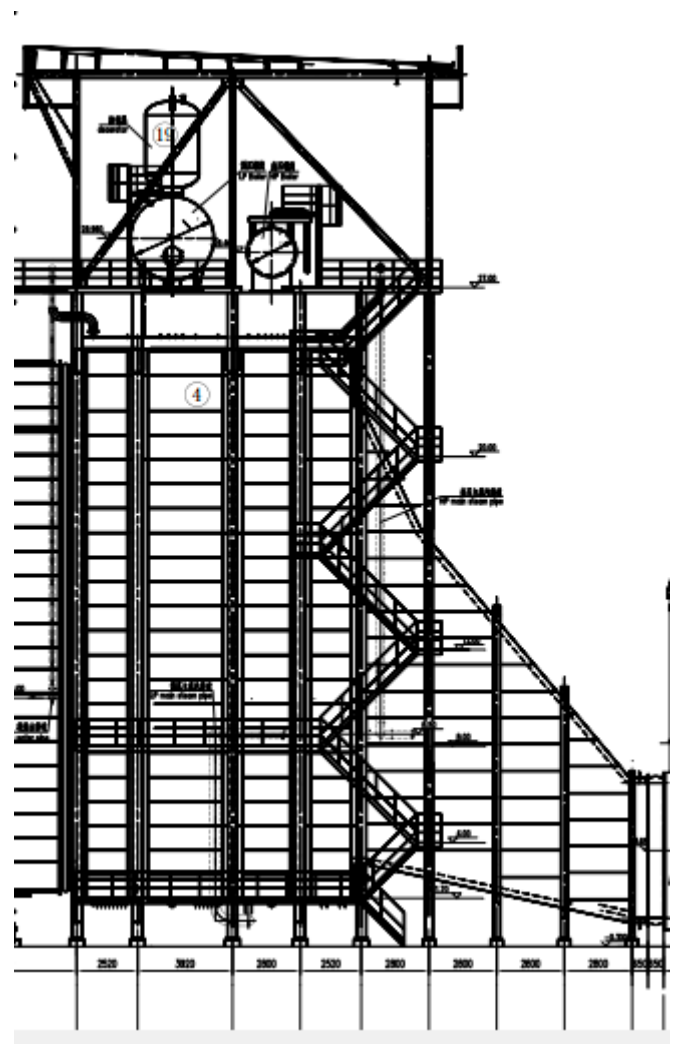
一、　工程概况及工作内容 1
二、　编制依据和相关文件 3
三、　工程进度、劳动力安排 4
四、　施工准备及条件 4
五、　施工工序 8
六、　作业的质量要求 28
七、　作业的环境要求 32
八、　作业的安全技术措施及文明施工要求 33
九、　东电一公司职业危害防治管理办法 37

一、 工程概况及工作内容

1.1 工程概况

孟加拉希拉甘杰 225MW 联合循环电厂（2 号机）工程中的余热锅炉是由杭州锅炉集团股份有限公司设计生产，本方案为燃气—蒸汽联合循环电站中自然循环余热锅炉的安装而编制。

余热锅炉总图



1.2 工程内容

余热锅炉设备主要包括入口烟道，钢架，护板，模块，高压锅筒，低压锅筒，除氧器，出口烟道，平台梯子，炉顶雨罩，本体及附属管道等组成。

余热锅炉钢架共分 A、B 两排，1-9 轴，共计 18 根钢架立柱和 18 根钢梁（顶梁和底梁各 9 根）10 轴为烟囱中心。1 轴到 4 轴之间为余热锅炉入口烟道，5 轴到 9 轴之间为余热锅炉模块，9 轴到 10 轴之间为余热锅炉出口烟道。

余热锅炉钢架总尺寸为：长度为 24.40 米，宽度为 10.13 米，钢架最高处的高度为 24.25m。余热锅炉钢架采用的是钢架梁柱和护板结合为一体、带有内保温的墙板结构，钢架和护板即作为承受所有受热面模块、汽包等部件的吊挂和支承，又是燃机排气和受热面热交换的气密封的烟气通道。

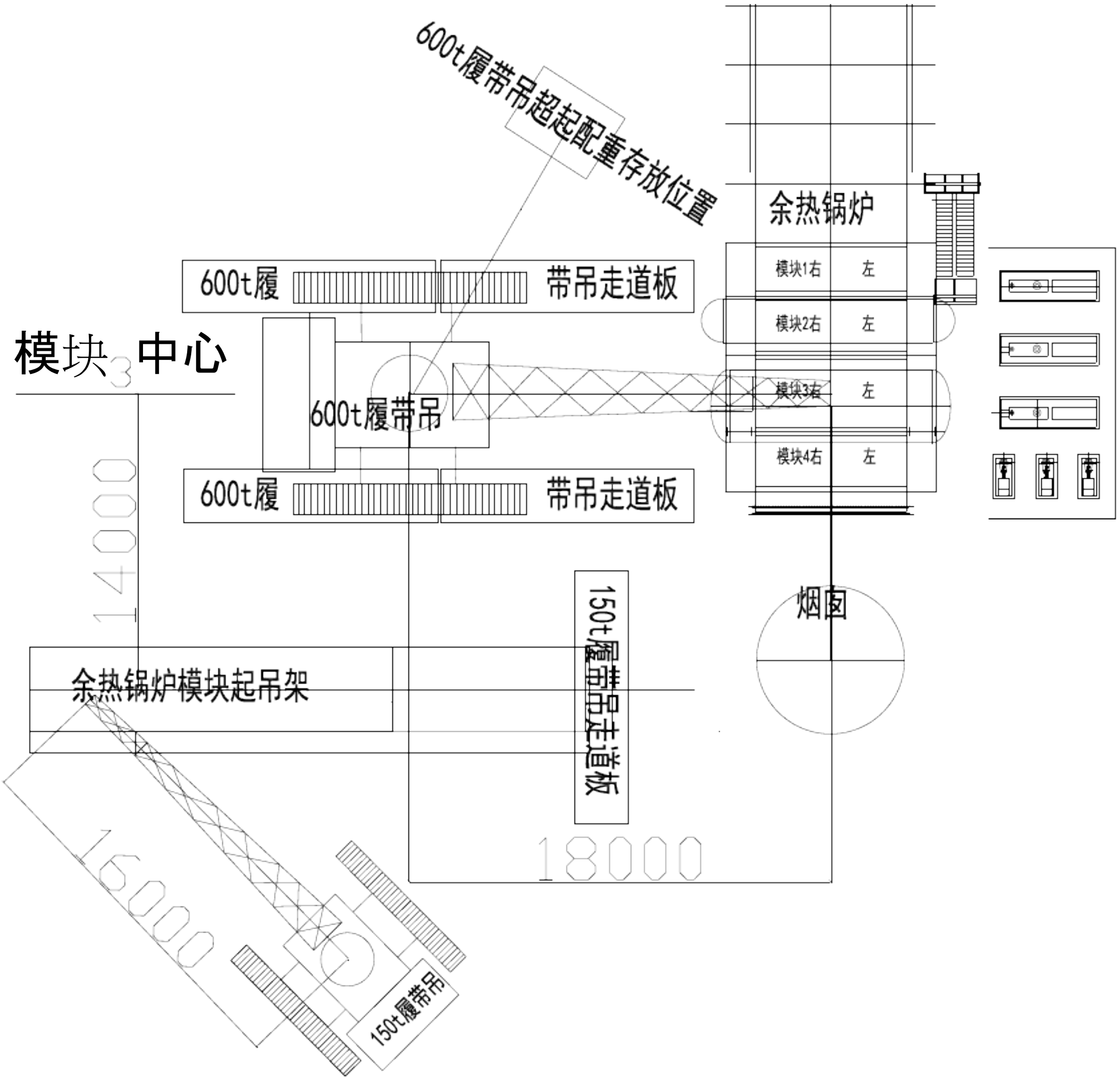
余热锅炉模块共计 8 件：1#模块为高温过热器（高过 2 和高过 1）2 件总重 93t；2#模块为高压蒸发器，2 件总重 234t；3#模块为高压省煤器，低压过热器，低压蒸发器，2 件总重 352t；4#模块为低压省煤器，2 件总重为 166t。

1#模块安装至 5-6 轴之间，2#模块安装至 6-7 轴至之间，3#模块安装至 7-8 轴之间，4#模块安装至 8-9 轴之间。

受热面模块由多个管屏加相应的炉顶护板、吊挂装置、吊挂梁、顶部部分连接管、挡烟板、管道及上下部联箱、疏水管道等组成。

余热锅炉吊装以 CC2800-1/600t 履带吊和 QUY150A(C)/150t 履带吊为主要吊装机械，QY50K/50t 汽车吊和 25t 拖车为辅助运输吊装机械。600t 履带吊车主要参数选取主臂长 72m，余热锅炉钢架组合件最重小于 30t，600ｔ履带吊主吊钩及副吊钩的重量合计为 15t，组合件起吊重量小于 45ｔ，3#模块为余热锅炉最重组合件。3#模块组合件 352ｔ共二组，

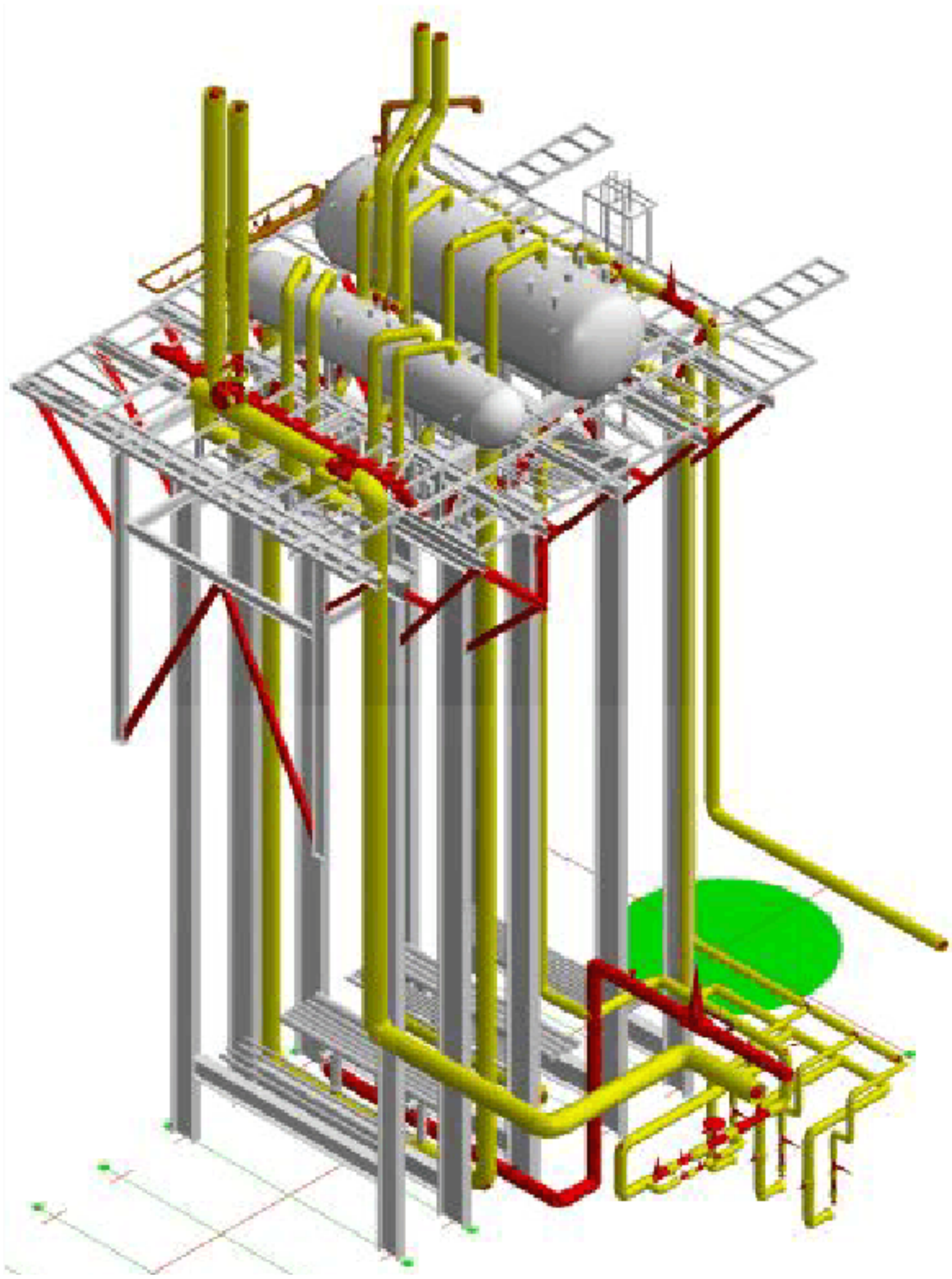
单组重 176 t，模块安装起吊架 26 t， 600 t 履带吊主吊钩及副吊钩的重量合计为 15t 总计组合件起吊重量小于 218 t 。600t 履带吊无超起配重，作业半径为选用 18m，吊装重量为 133t，加 100 t 超起配重吊装重量 234 t 详见吊车性能表。下图为模块吊装机械平面布置图



余热锅炉本体及附属管道主要包括：（1）高压汽水系统管道；（2）低压及除氧汽水系统管道；（3）高压给水泵汽水系统管道；（4）排污汽水系统管道；（5）压缩空气系统管道。

余热锅炉本体管道主要材质为 20G、1Cr18Ni9T、1Cr18Ni9Ti、12Cr1MoVG 和 12Cr1MoV，安装时注意选择对应焊条，保证焊口质量。本期工程管道焊口共计约 1300 道，管道及系统

设计压力从 1.0Mpa～9.34Mpa 不等。



上图为 1 期锅炉本体管道示意图， 2 期锅炉本体管道布置与 1 期相对称

二、 编制依据和相关文件

2.1《电力建设安全工作规程》（ DL5009.1-2014）

2.2《电力建设安全健康环境管理工作规定》

2.3《电力建设施工及技术规范》（第二部分：锅炉机组 DL5190-2012）

2.4《电力建设施工质量验收及评价规程》（第二部分：锅炉机组， DL/T5210-2012）

2.5 杭州锅炉厂图纸及技术文件

三、 工程进度、劳动力安排

3.1 施工进度

余热锅炉设备安装施工计划:于 2016 年11 月15 日开工至 2017 年2 月20 日止完成。

3.2 劳动力安排

主任 :1人 专工 :1人 技术员 :2人 安全员 :1人 质检员 :1人 班长 :1人 起重 : 4 人 管工 : 6 人 铆工 : 4 人 钳工 : 1 人 焊工:8 人 力工 : 30 人

四、 施工准备及条件

4.1 施工人员的资质要求

4.1.1 施工前由技术员组织安全、技术交底, 使施工人员熟悉设计图纸、施工方法、质量标准及安全文明施工要求, 参加作业人员的素质、身体检查、安全教育考试、特殊工种的作业证, 严格按程序和技术要求施工。

4.1.2 施工人员要树立精品意识, 程序管理, 过程控制, 顾客满意, 靠有效的质量保证措施来保证精品工程的实现。

4.2 作业前准备工作

4.2.1 在设备安装前要办理土建与安装的工序交接手续, 并对基础标高、中心线及各个尺寸进行检查, 检查合格后方可进行安装

4.2.2 运输大的构件时, 应配备专用托架采用侧靠立的方法, 防止发生侧倒造成构件损坏.

4.2.3 用钢丝绳绑缚构件时, 应在绑缚处放设衬垫。

4.2.4 施工道路平整, 施工用电线布置合理, 材料堆放有序。

4.2.5 安装前首先应按图纸复核各零部件的数量和尺寸, 检查各配合部分是否正确。

4.2.6 详细检查各零部件在运输和保管过程中所造成的各种损坏情况, 作出记录并确定 校正方法。

4.2.7 当构件的变形量不大时, 可用冷态校正方法, 经校正后其表面不应有凹坑、裂纹等损坏。对于变形量较大, 本身结构比较坚固的构件, 需采用热校正法 : 对碳钢加热温度, 一般不宜超过 900℃, 对合金钢一般应控制在钢板临界温度 Ac1 以下, 并顺着整个表面均匀进行。

4.2.9 所有零部件必须在确认消除缺陷合格后方能进行组合安装。

4.2.10 设备运至现场直接存放到吊车作业范围内避免二次运输。

4.2.11 履带吊车站位的场地应平整夯实。

4.3 作业机械、工具、仪器、仪表的要求

序号	机具名称	规格及型号	数量	备注
1	150t 履带式起重机	QUY150A(C)/150t	1 台	辅助吊装机械
2	600t 履带式起重机	CC2800-1/600t	1 台	主要吊装机械
3	模块安装起吊架	25.91t	1 套	模块吊装
4	运输起吊架	10.583t	1 套	模块卸车
5	50t 汽车式起重机	QY50K/50t	1 台	次要运输吊装机械
6	挂车	25t	1 台	运输
7	水平尺	500	4 把	
8	钢盘尺	50m	1 把	经校验
9	钢卷尺	5m	10 把	
10	弯尺	250mm×500mm	8 把	
11	电焊机		10 台	
12	水平仪		1 台	经校验
13	经纬仪		1 台	经校验
14	安全绳	ϕ13	500m	
15	安全带	双肩背	50 条	
16	攀登自锁器		10 个	
17	攀爬绳	ϕ16	400 米	
18	安全网	3×6	30 片	
19	警戒带		300m	
20	钢爬梯		250m	
21	导链	5t	8 台	
22	导链	2t	20 台	
23	脚手管		300m	
24	钢丝绳	6*37-10-1670FC	200 米	

序号	机具名称	规格及型号	数量	备注
25	钢丝绳	6*37-16-1670FC	200 米	
26	钢丝绳	6*37-19-1670FC	200 米	
27	钢丝绳	6*37-24-1670FC	3 对	
28	钢丝绳	6*37-32-1670FC	2 对	
29	钢丝绳	6*37-70-1670FC	2 对	
30	钢丝绳	6*37-82-1670FC	1 对	
31	钢丝绳卡扣	2t	8 对	
32	钢丝绳卡扣	5t	4 对	
33	钢丝绳卡扣	9.5t	2 对	
34	钢丝绳卡扣	20t	2 对	
35	钢丝绳卡扣	100t	2 对	
36	角向磨光机	Φ100	10 台	
37	顺向磨光机		10 台	
38	割矩	100#	10 套	
39	线坠		4 个	
40	玻璃管水平	φ12	30 米	

QY50K/50t 越野轮胎起重机性能表

支腿全伸 7m, 配重 5T, 360 度作业						
R/L	10.9	15.62	20.34	25.06	29.78	34.5
3	50					
4	47.5	36.3	25			
5	41	33.7	23.9	20.3	16.6	
6	35	29	22.1	18.8	14.3	12.6
7	28	27	20.6	17.5	13.5	11.8
8		22	19.2	16.4	12.8	11.1
9		19.2	17.2	15.4	10.2	10.1
10		14.4	14.7	14.6	10	10
12		10.3	10.1	10.8	9	9

14			8.3	8.2	8.1	8
16			6.6	6.5	6.4	6.3
18				5.4	5.3	5.2
20				4.4	4.3	4.3
22					3.6	3.5
24					3	2.9
26						2.5
28						2.1
仰角	27.3-66.4	30.7-70.9	16.4-76.2	22.5-77.3	25.7-7.1	27.9-78.7
倍率	12	9	6	5	4	3

吊钩		50t 钩（520kg）		25t（317kg）			
伸缩方式	二节臂	0%	20%	40%	60%	80%	100%
	三节臂	0%	20%	40%	60%	80%	100%
	四节臂	0%	20%	40%	60%	80%	100%

QUY150A(C)/150t 履带式起重机性能表　　负荷重量（单位：吨）

起重臂长度	54.2m
作业半径	负荷
12	48.8
14	41.0
16	34.7
18	29.9
20	25.7
22	22.3
24	19.6

CC2800-1/600t 履带式起重机性能表　　负荷重量（单位：吨）

起重臂长度	72m	
作业半径	无超起配重	100t 超起配重
16	160	278
18	133	234
20	112	201
22	97	175
24	84.5	155
26	74.5	138

五、 施工工序

5.1 根据杭锅余热锅炉特点余热锅炉安装应采取交叉、平行、流水作业方式。各工种互相协调配合，安装顺序为：先组合安装钢架 5 轴至 9 轴柱子顶梁及侧面护板与底面护板，梯子平台要及时施工，再吊装就位模块（共计8 组），吊装高压锅筒和低压锅筒及除氧器，最后安装入口烟道和出口烟道，锅炉本体管道及附属管道安装可同时进行施工。

5.2 钢架护板及平台梯子施工

5.2.1 基础复查、划线；施工前检查

5.2.1.1 复查基础纵横中心线，误差在要求范围内；

5.2.1.2 测量复验基础标高，以确保基础底板不小于 50mm 的灌浆高度；

5.2.1.3 立柱底板底部标高为+0.005m

5.2.1.4 测量各立柱中心线的间距及立柱之间的相互对角线。如果不在《验标》允许误差范围之内时，根据测量结果将基础立柱中心线作适当的调整，直至各项检验指标都在允许误差范围之内并做好记录。

5.2.1.5 在每块底板上用经纬仪划出各个基础的纵横中心线。

5.2.1.6 对主要构件进行复测、检查。对顶梁、主立柱作 100%的复测检查，其余部分作抽查，并做好记录。

5.2.2 准备工作

5.2.2.1 制作施工吊装专用器具。

5.2.2.2 检查钢梁、钢柱、烟道护板等是否有变形，如有变形需要及时校正，做好记录。

5.2.2.3 对钢架的立柱，划出 1m 标高线及中心线，在柱底板上划好中心线，便于安装时的就位和找正，做好记录便于以后复查。

5.2.2.4 吊装前在组件立柱顶部搭设简易平台并栓好缆风绳，以便就位时摘钩、调整和安

装；从柱头平台上往下挂一钢梯，供安装及焊接人员上下通行。

5.1.1.1 护板与柱组合时的焊接为密封焊，焊接要满足图纸要求，焊渣清理干净，吊装前要做煤油渗漏试验，合格后方可进行吊装。

5.1.1.2 部件正式组合时，安装螺栓把紧以后，进行梁的上下翼缘板焊接，上下翼缘板焊接完成后拆下安装螺栓，进行腹板焊接完成后，确认无误后方可进行吊装。

5.1.1.3 由于余热锅炉钢柱自带的吊点无法承受组合后的重量，需要重新制作吊点，并安装在合理的位置，吊点需要避开保温及护板。

5.1.2 钢架、模块护板组合安装

根据设备结构特点，本着减少高空作业的原则，钢架及护板尽量在地面组合。靠路边搭设一个 8m*24m 的简易安装平台，在地面将相邻两根立柱及其之间的护板组合在一起。安装顺序为：

5.1.2.1 将各个轴线间的底梁和柱子间的底护板组合后存入余热锅炉钢架底部，利用马凳将组合件托起，便于后续步骤的安装。

5.1.2.2 由于A7 柱为固定点，首先单独进行 A7 柱和B7 柱吊装，7 排的柱子单重为 12.122t，柱子尺寸为 400*1000，高为 23.245m。当柱子吊完找正检查无误后，锁紧地脚螺栓的螺母。再安装 7#顶梁，重量为 7.013t，梁尺寸为 400*1000*10130mm。由于梁上保温在出厂时已带在钢梁上，所以运输、吊装、组合时需要避免将保温材料损坏。

5.1.2.3 将 B5 柱和 B6 柱及柱间护板组合在一起，组合件的重量为 21.735t，组合件的尺寸为：B5、B6 柱子中心距 2.52m，总高度为 24.25m。组合件检查完固定后，再将中心线对称的 A5、A6 及柱间护板组合吊装到位，找正固定。

5.1.2.4 将 A6-A7 和 B6-B7 间侧护板吊装至 6、7 排柱子间，单片吊装侧护板时，需要2 台吊车配合吊装，吊装时 600t 履带吊和 50t 汽车吊配合吊装，侧护板按照图纸与钢柱连接后，焊工将护板与钢柱按照图纸要求密封焊接好。

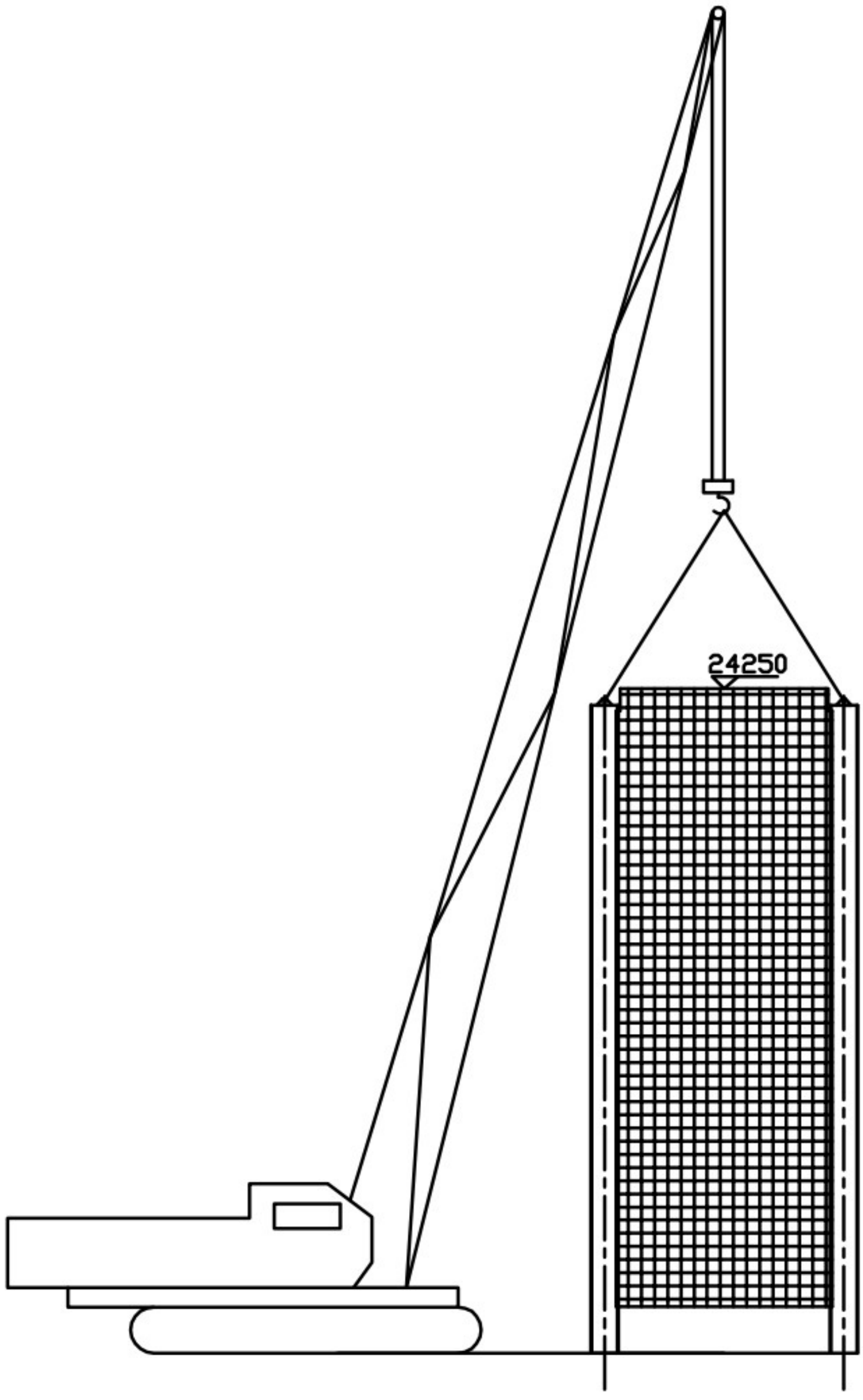
5.1.2.5 将 B8 柱和 B9 柱及柱间护板组合在一起，组合件的重量为 27.819t，组合件的尺寸为：B8、B9 柱子中心距 2.52m，总高度为 24.25m。组合件检查完固定后，再将中心线对称的 A8、A9 及柱间护板组合吊装到位，找正固定。

将 A7-A8 和 B7-B8 间侧护板吊装至 7、8 排柱子间，重复利用搬起架吊装侧护板，吊装到位后，焊工利用已安装好的爬梯将护板与钢柱按照图纸要求密封焊接好。

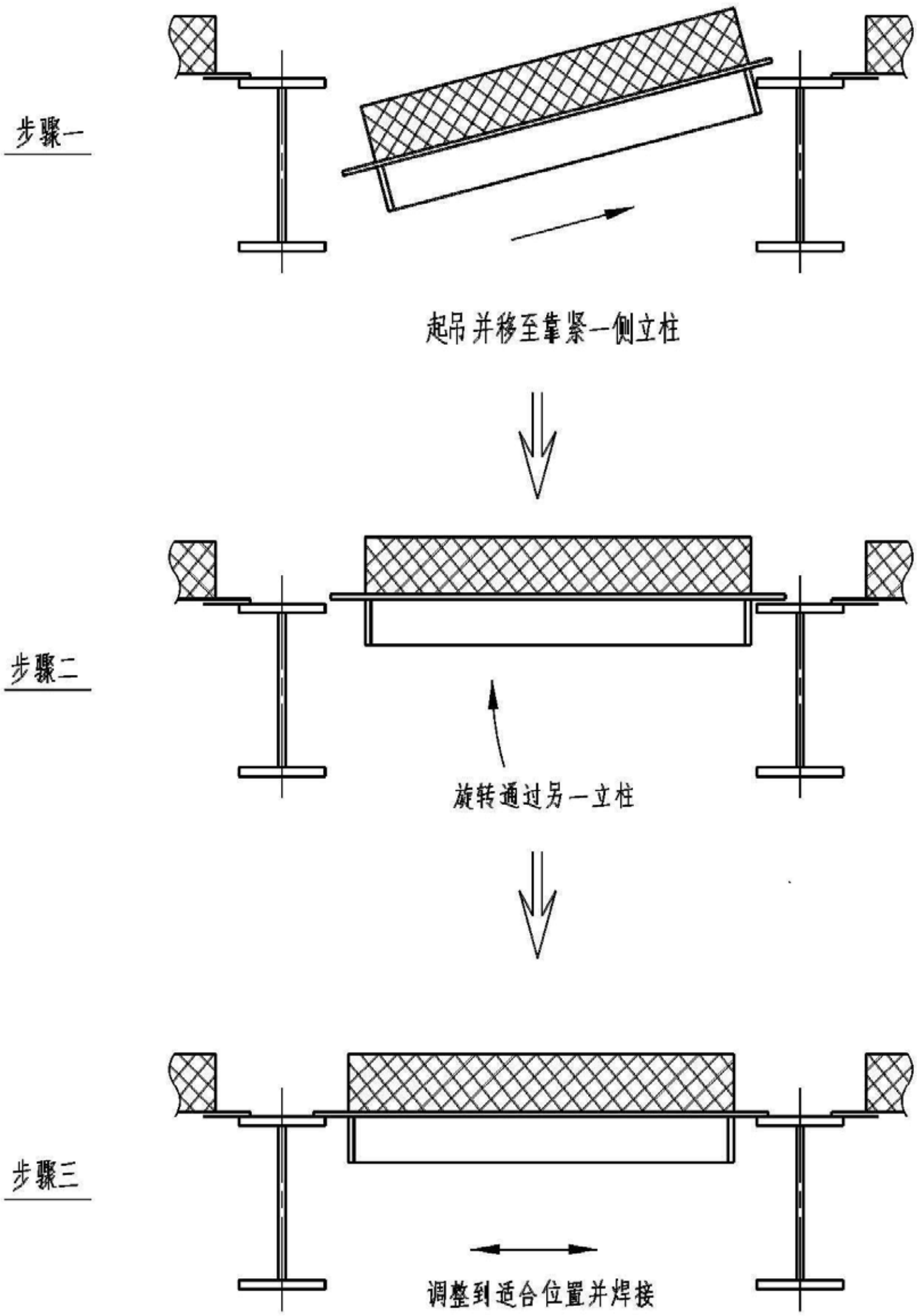
5.1.2.6 在 5-9 轴柱子全部找正后，护板焊接完后，吊钩从顶部探下将 5 排柱子的底梁分别吊起，安装到位，与两侧柱子焊接牢固。

5.1.2.7 再将 4 件底护板安装到图纸要求位置，密封焊接牢固。

5.1.2.8 锅炉 5-9 轴钢柱及护板找正完成后，进行 1-4 轴钢柱及进口烟道护板吊装（护板包括顶部、底部和两片侧护板。考虑将 1-4 轴钢柱和顶梁底梁组合成为门字框架安装。钢架找正后，安装各个柱子间的烟道护板。见下图组合件吊装示意图



锅炉钢架护板吊装示意图



附图二　未组合护板安装示意图

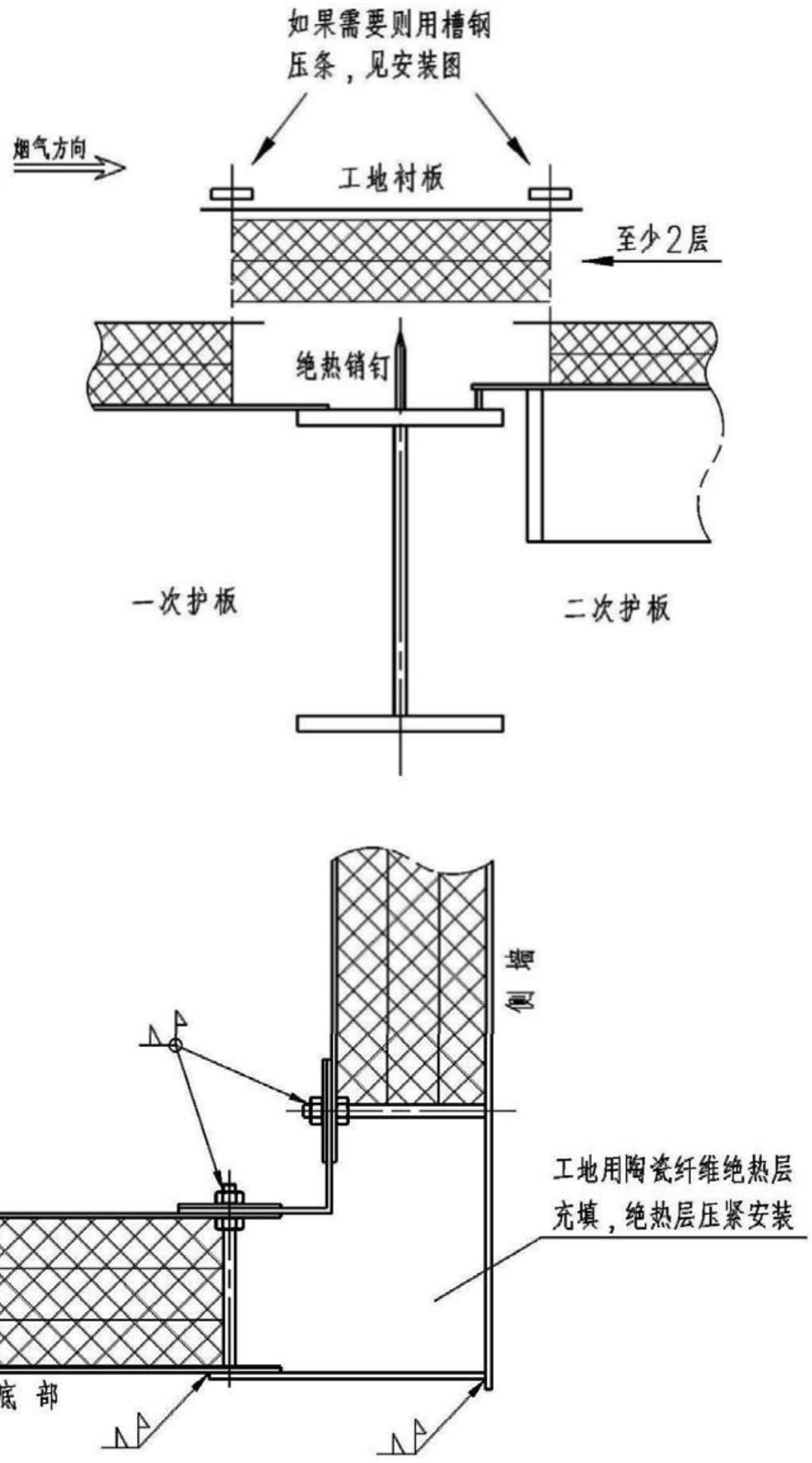
5.1.3 钢柱护板吊装作业步骤

组合件焊接完毕，焊缝经过严密性检测后，才可以进行吊装作业。

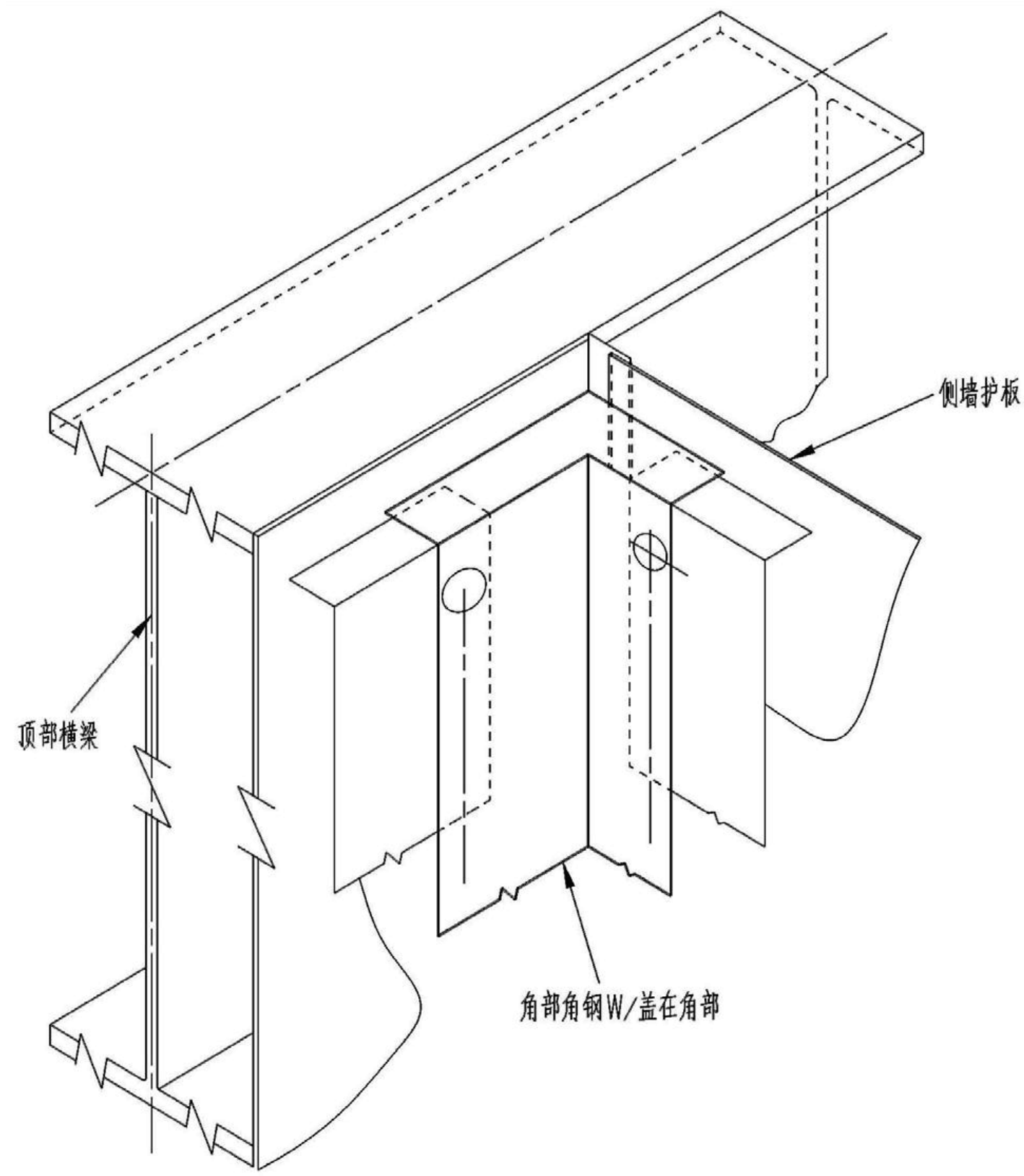
以安装余热锅炉 B5-B6 柱及组合件为例。600t 履带吊吊柱顶部，50t 汽车吊吊柱尾部，2 台吊车分别设置专门起重指挥。先测试两台吊车的性能及配合程度，同时将组合件吊起，离地 500mm 高，在空中悬停 1 分钟，再将组合件放回地面。两台吊车配合无误后，再次将

组合件吊起 500mm 高，600t 履带吊缓慢向前行走，同时起吊将组合件头部缓慢吊起；50t 汽车吊缓慢将组合件底部放下，直到两柱脚同时着地。600t 履带吊继续行走起钩，到达 B5-B6 基础的侧面后稍作停留，等待起重工将 50t 汽车吊上挂的钢丝绳摘钩后，履带吊转杆，将组合件吊至地脚螺栓上空，缓慢回钩，直到柱底脚板穿过地脚螺栓，地面配合人员通过已连接在地锚和钢柱上的缆风绳将钢架找正，找正完成后紧固螺母，起重通过搭设在钢柱上的爬梯上柱头摘钩，吊装完成。

5.1.4 钢柱护板保温安装详图



附图三 工地安装接缝详图



附图四　工地安装接缝详图

5.1.5 二次灌浆

5.1.5.1 二次灌浆待全部钢架整体复查找正验收后，基础底板底面进行二次灌浆。

5.1.5.2 二次灌浆高度≥50mm，灌浆前基础清理干净，无杂物、油污等，灌浆符合设计标准。

5.1.6 余热锅炉钢架整体复查找正

5.1.6.1 全面测量余热锅炉钢架的各项指标。

5.1.6.2 检查连接处横梁与立柱的焊接质量。

5.1.6.3 钢架找正要控制在图纸允许误的差值以内。

5.1.6.4 钢架整体找正结束后，做好记录。

5.3 平台楼梯安装

对于梯子平台的构件，根据现场条件尽可能与钢架组装一体，平台楼梯的安装必须满足余热锅炉本体、压力件设备施工的实际需要。梯子平台的生根部件要一次焊接完毕。

平台栅格的铺设按图纸要求，并保证整齐美观，栅架之间的间隙0-10mm，安装时视具体情况，允许现场修割，切割前要通知技术员，允许切割时方可切割。

5.4 模块吊装

5.4.1 施工前准备工作

5.4.1.1 复查 5#至 9#顶梁纵横中心线，找出误差(见下图)，在进行模块安装位置划线时要将各个偏差值计算进去；划线完成后在必要位置焊上卡块，便于模块安装时就位。

5.4.1.2 测量 5#至 9#顶梁标高，进行调整确保模块安装。

5.4.1.3 测量 5#至 9#顶梁之间的相互对角线。如果不在《验标》允许误差范围之内时，根据测量结果将梁中心线作适当的调整，直至各项检验指标都在允许误差范围之内，做好记录。

5.4.1.4 在搬起架两侧各挂一趟钢爬梯，布置好安全绳及防坠自锁器，当模块立起来后便于起重工摘钩。

5.4.1.5 在顶梁上拉好安全绳，保证安装人员的安全通行。

5.4.1.6 对要吊装的模块进行检查、复测，做好记录。

5.4.1.7 检查吊装工具，如卡扣、钢丝绳、攀爬自锁器是否有损坏，避免事故的发生。

5.4.1.8 制作一块 2000mm*6000mm*30 的垫板，放置在安装起吊架下，做承重件，防止模块搬起时搬起架下沉过多。

5.4.1.9 清除 2#余热锅炉西侧所有阻碍吊装的设备，保证 600t 吊车的回转半径，并将地面平整硬实。

5.4.1.10 检查模块上的各个编号，避免装错位置。

5.4.1.11 600t 吊车做负荷试验，合格后方可使用。

由于模块单件最重为 176t，考虑钢丝绳 6*37-82-1670FC 安全荷载为 706ＫＮ，计算出主吊装的钢丝绳单股可吊 72 t 采用 2 对4 股可吊装 72×4＝288 t 满足吊装安全要求，主吊装的卡扣采用 2 个100t 卡扣。

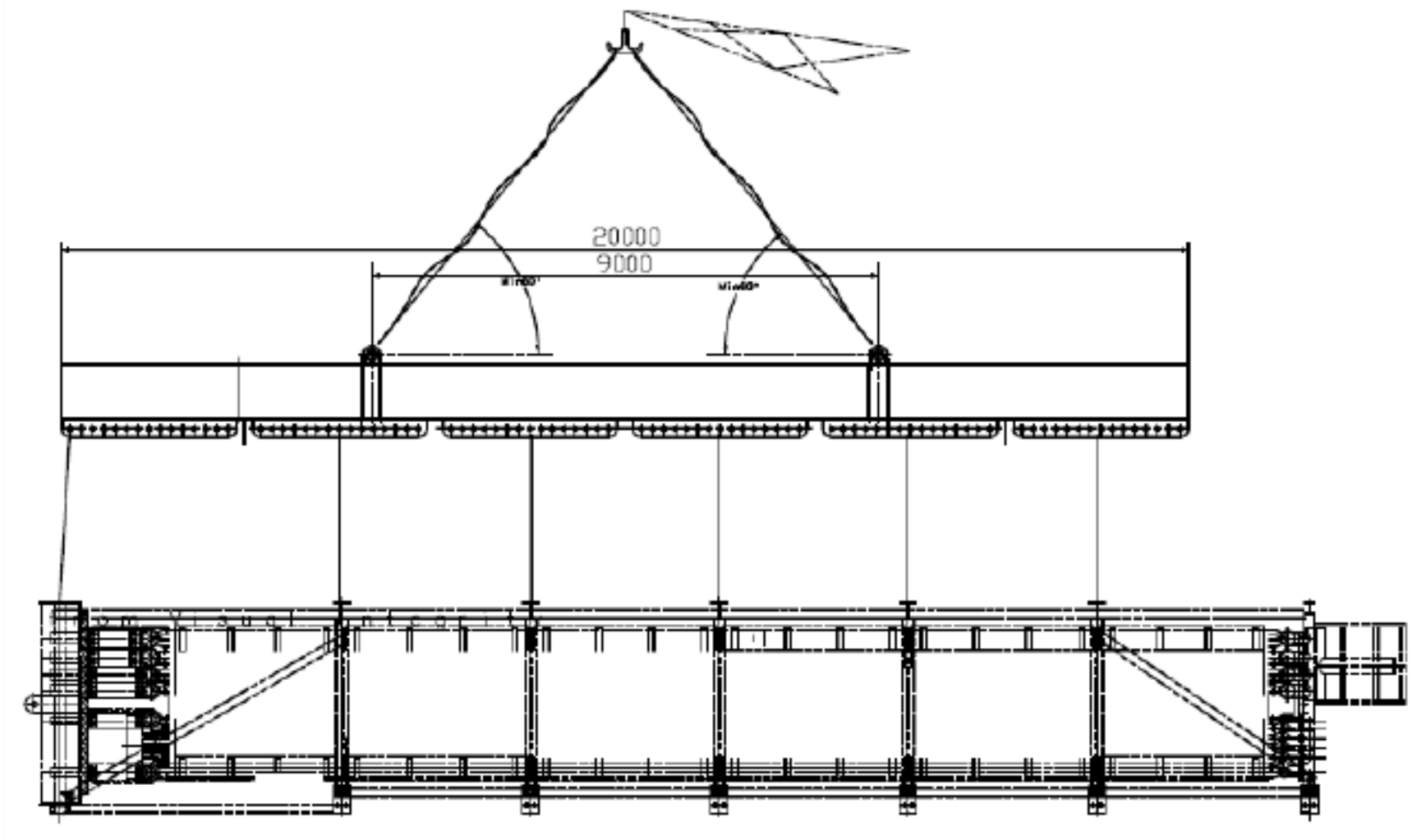
5.4.2 模块卸车

利用现场材料搭设一个简易平台。简易平台在搭设完成后，需要用水平仪抄平，再利用其他材料加固，以保证搬起架和模块放在平台上时平台不会倒塌和变形。

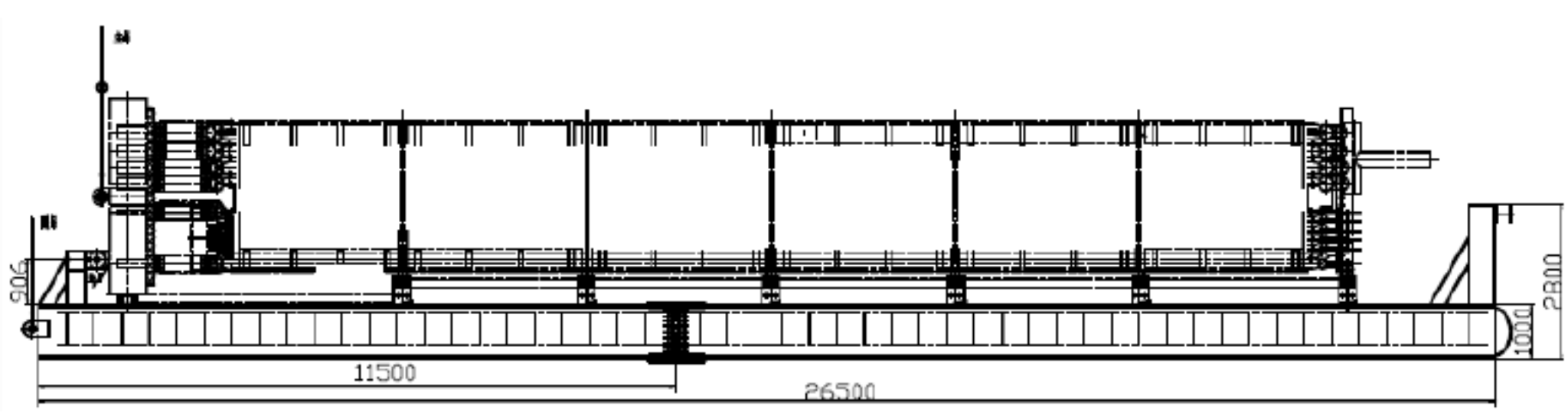
当运输车抵达现场，利用锅炉厂运来的设备运输起吊架（见下图）将模块从运输车上吊至模块安装起吊架上，将模块上自带的运输包装架底梁固定在安装起吊架主梁上。

如下图所示：运输起吊架与模块之间采用的钢丝绳是锅炉厂家随模块发来的。运输起吊架，尺寸为长=20m，共重 10.58t；钢丝绳共计 12 股，型号为 6*37-56-1670FC，长度有 5m 和 4.5m 两种（厂家已配），不同长度的钢丝绳需要做好明确标记，便于区分。

使用该起吊架卸车时候，每一件模块吊装前都至少试吊一次，试吊后在挂钢丝绳的孔的上方用记号笔做好标记。



模块从卡车上吊起后放在厂家提供的模块安装起吊架（见下图）上，安装起吊架的尺寸为长=26500mm，宽=3100mm，高=2800mm，搬起架最大起吊重量为 220t，模块与安装起吊架之间依靠 M48 螺栓连接并固定，模块平放在搬起架后，将运输起吊架上的钢丝绳与模块松开，准备进行模块吊装。



5.4.3 模块吊装

模块放置在搬起架上后，仔细检查模块是否有缺陷，如有缺陷，提前处理再进行安装。

600t 履带吊为主力安装吊车，负责余热锅炉模块搬起、安装就位及找正，见模块吊装

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
https://d.book118.com/816132143235010210