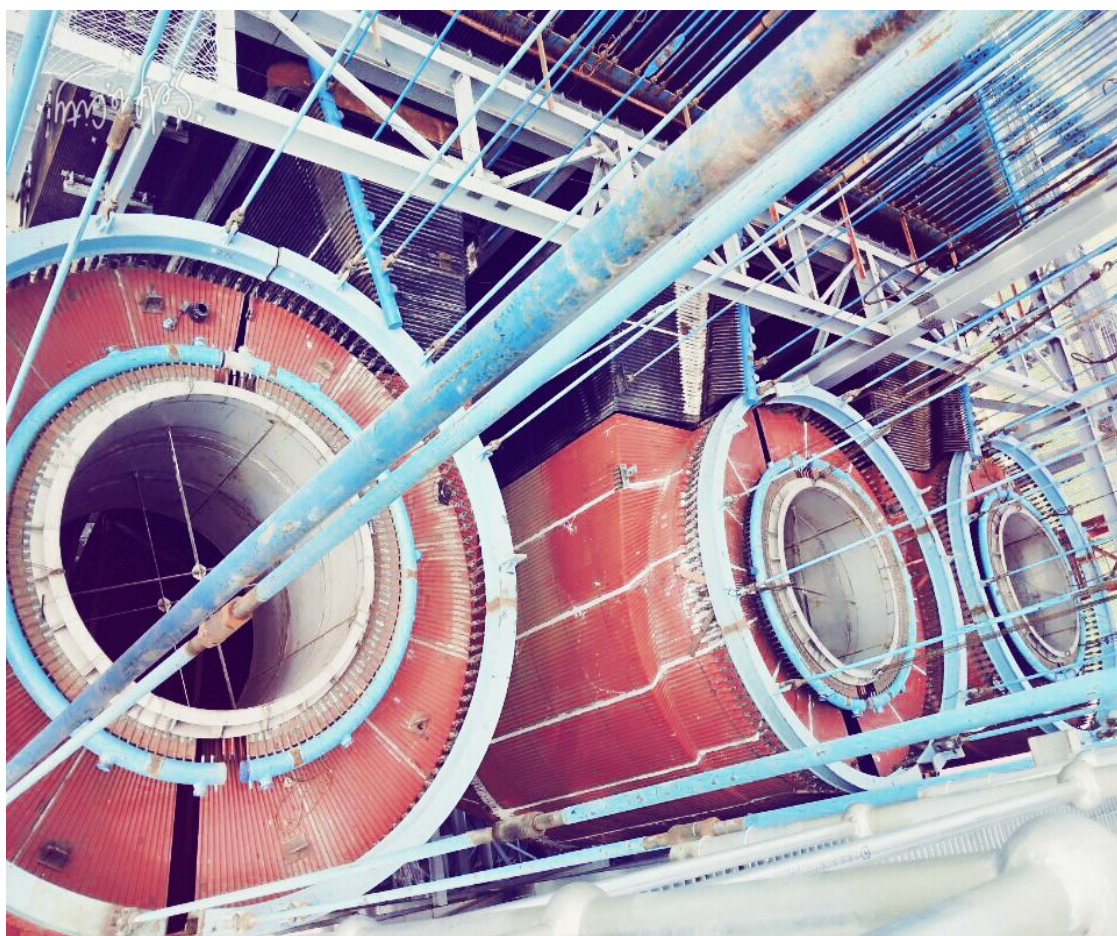


# **超临界循环流化床旋风分离器组装 施工工法文本**



**中国能源建设集团山西电力建设有限公司**

2017 年 02 月

**超临界循环流化床旋风分离器组合、安装施工工法**

**中国能源建设集团山西电力建设有限公司**

## 1、前言

膜式壁旋风分离器是循环流化床锅炉施工难度最大的工程项目之一，是锅炉安装至关重要的一环，关系到整个锅炉的施工工期和节点的控制，同时安装的好坏程度与电厂的经济运行好坏有着至关重要的意义。合理的缩短工期是摆在所有建设单位及施工单位的重要环节，迫切需要施工单位合理的组织、改进施工工艺，从而提高安装效率。

膜式壁旋风分离器体积庞大、结构复杂，施工工艺要求高，施工难度大。中国能源建设集团山西电力建设有限公司根据施工现场实际情况积极进行技术创新，在华电朔州和同煤朔南两个超临界循环流化床锅炉分离器安装工程中采用了地面扩大性组合的施工方法。《流化床锅炉分离器组合焊接支架》于2016年2月3日获得国家知识产权局颁发的实用新型专利证书；（证书号 第4991031号）；“超临界循环流化床旋风分离器组合安装关键技术”于2017年2月14日经过中国电力建设专家委员会评定为国内先进水平。

## 2. 工法特点

2.0.1 根据现场条件和设备结构设计制作专用的旋风分离器组合支架提高设备安装质量，确保旋风分离器本体筒体与锥体安装同心度、分离器本体安装直径符合设计尺寸，保证分离器入口烟道接口安装满足设计要求；

2.0.2 分离器组合支架根据分离器外形尺寸设计制作，设计简单、易于

实施，适应性和推广性较强；

2.0.3 旋风分离器体积庞大、组合焊口数多、密封焊接量大，采用地面组合、焊接、整体吊装方式，降低了安装难度，提高了设备安装质量；减少了空中作业对口和脚手架的搭设工作量，降低了高空作业安全风险，有效缩短了作业周期；

2.0.4 采取可拆卸吊耳代替焊接吊耳，避免了设备上临时焊件打磨时伤及管壁及临时焊件局部高出管屏，造成浇注料脱落的情况；

### **3. 适用范围**

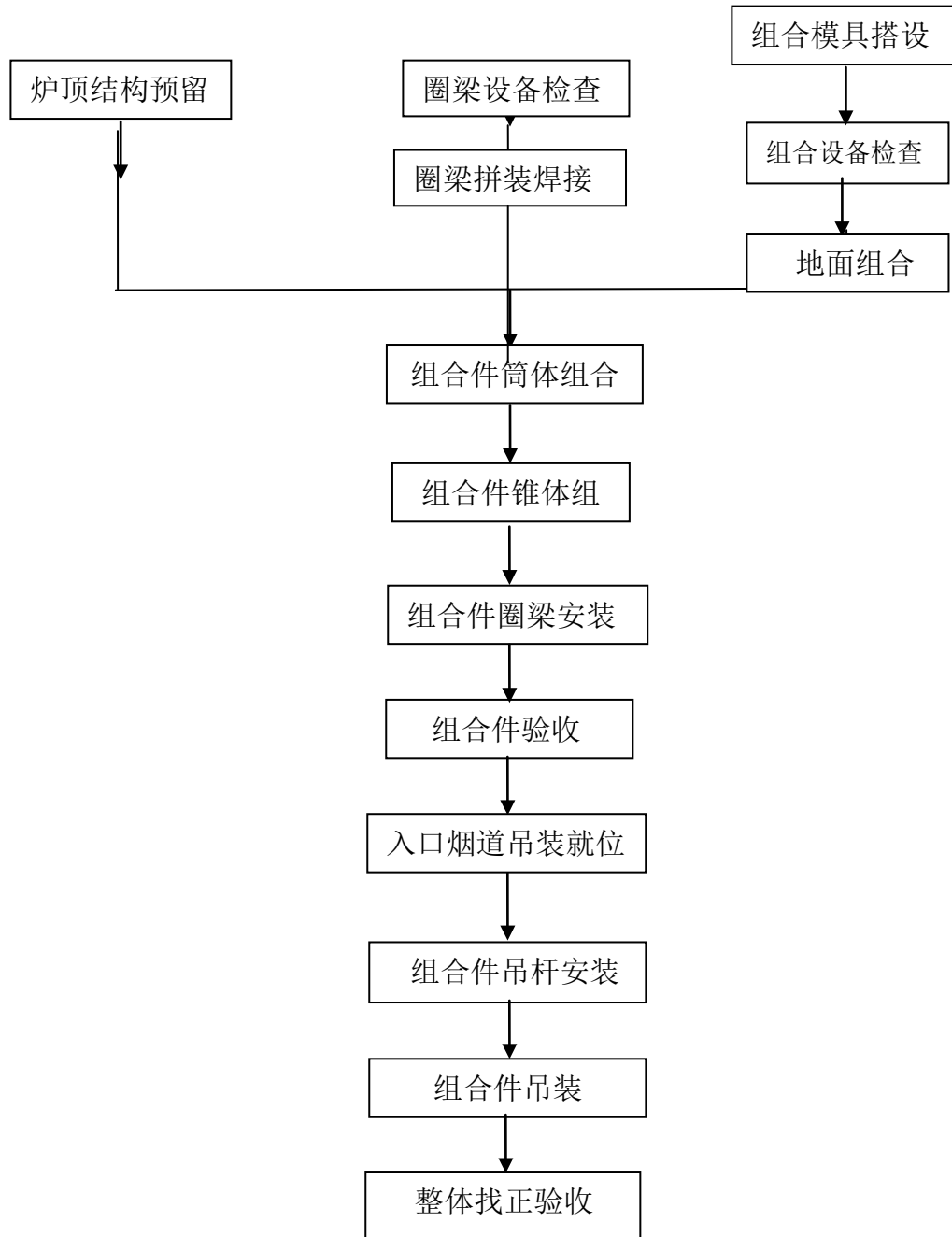
本方法适用于循环流化床膜式壁旋风分离器组合、安装工程。

### **4. 工艺原理**

传统分离器安装中是将筒体、锥体两段组成单片吊装，在高空将分成的7或8单片组合成整体，此类方案高空组合作业多、施工周期长、脚手架搭设繁琐、投入成本大、高空作业安全风险性高，高空组合椭圆度和垂直度不好控制，安装精度较低。该技术为了避免以上不足，采取地面扩大性组合来提高安装质量，减少高空作业工作量、降低安全风险、提高施工效率；同时为保证管屏组合件的同心度以及弧度，将组合件管屏内壁与支架圆弧槽钢上表面紧贴；密封焊接时采用内、外断焊方式，防止发生强热应力造成管排变形；形成组合件后，管屏及吊装所选吊点进行内、外加固，防止吊装时造成管屏变形；每个组合件在组合过程中严格控制其各尺寸满足设计要求，避免造成安装困难。

### **5. 工艺流程及操作要点**

#### **5.1 流程图**



## 5.2 操作要点

大同煤矿集团朔南电厂一期  $2 \times 350\text{MW}$  超临界循环流化床锅炉共设置 3 台分离器，每台分离器分为上下两部分，每一部分又分 14 大片，三台分离器共有 42 片管屏。焊口总数为 2652 道焊口。

### 5.2.1 施工准备

1. 设备清点检查与通球试验。

2. 在设备安装前应先仔细阅读施工图纸。熟悉设备的供货状态，外形尺寸数量和设备的规格、材质以及图纸上的技术要求，并经有关技术人员进行技术交底，了解施工工作量及施工范围，熟知施工技术要领和质量要求。

3. 设备的清点编号：按供货清单、装箱单和图纸上的数量、规格进行核对，做出设备零件已到现场，未运出和丢失等情况的详细记录，为了组合安装方便，工地要根据组合件的划分和相互间的配合情况进行编号，编号后，将设备按组合和安装顺序摆放整齐。

### 5.2.2 设备检查

1. 设备进厂后，先进行宏观检验，即外观检查管排是否变形，对照图纸复查，几何尺寸测量是否正确、焊口外观检查等。

2. 注意检查受热面管子表面有无裂痕、创伤、龟裂、压扁、砂眼和分层等缺陷，如缺陷深度超过壁厚的 10%，要进行修补，必要时应更换管子；检查受热面管子的结构尺寸和弯曲角度是否符合图纸设计要求。

3. 检查受热面设备是否存在运输和长期存放造成的变形或严重锈蚀现象。如果有及时在地面组合前处理。检查管子外径和厚度是否符合设计要求。

4. 检查管屏外形尺寸是否符合设计要求；做好自检记录，发现缺陷要及时处理，如有大的尺寸误差，要通知厂家，并提出合理解决方法。

#### 5. 通球试验

1) 通球前先用压缩空气对管子内进行吹扫，清除管子内的浮锈、灰尘、

铁渣等杂物。

2) 管子通球一般有数人参加,球由专人负责,每通完一排或一根管子应及时作上标记。并将通球完的管口封好。

3) 每个施工项目通球完毕后,均应做出书面记录,并经签证。注意通球前后,试验钢球的数量要一致。通球试验要经监理、项目部质检员、分公司质量员验收。

### 5.2.3 分离器进口烟道安装

分离器进口烟道供货为管屏和散管,集箱与管屏、散管地面组合成一体,在分离器本体吊装前需预存就位。

### 5.2.4 分离器本体组合

组合时将每台分离器由上、下集箱和筒体、锥体组合成左、右两部分,每个组件由上集箱、7片筒体管屏、7片锥体管屏、下集箱组合而成。

#### 1. 组合顺序

筒体管屏逐一组合→上集箱与筒体管屏组合→锥体管屏逐一与筒体管屏焊口→锥体管屏与下集箱组合→圈梁安装→煤油渗透试验→整体验收→吊装就位(组合顺序见图5.2.4-1)。

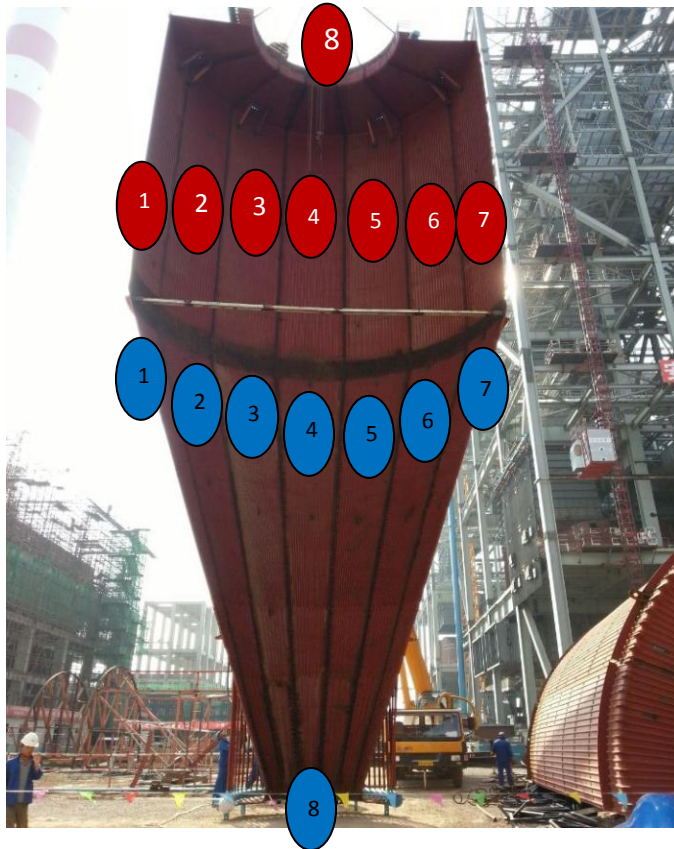


图 5.2.4-1 组合顺序

## 2. 组合焊接支架搭设

1) 圆弧形支架制作：为保证分离器筒体与锥体同心、直径尺寸确保分离器本体与入口烟道接口安装吻合，在管屏上端管口拐点处往下 300 mm 处、拐点处依次向下 8000 mm、筒体与锥体焊口处往下 1000 mm、锥体下集箱往上 1000 mm 处，分别制作出四个圆弧形支架，支架由槽钢卷制而成（注：槽钢卷制半径按照圆心至管屏内壁最长浇注料销钉尺寸为半径进行卷制）。

（见图 5.2.4-2、图 5.2.4-3）





图 5.2.4-2 卷板机卷制支架

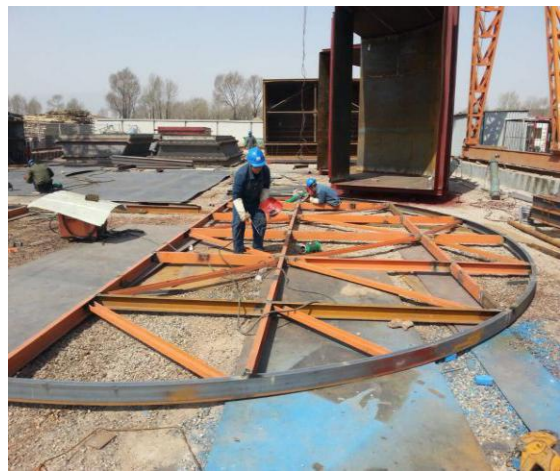


图 5.2.4-3 组合支架单片制作

## 2) 组合焊接支架搭设

2.1) 将在筒体管屏上端管口拐点处往下 300 mm 处、拐点处依次向下 8000 mm 处设置的圆弧形支架横向（延直径方向）六等分，用槽钢将两个支架连接成一体，纵向（延半径方向）设置三条支撑，并且将纵向横向网络格内加足够的斜拉撑。

2.2) 根据锥体图纸显示拐点的纵向角度计算得出筒体与锥体焊口处往下 1000 mm、锥体下集箱往上 1000 mm 处的直径，制作两个圆弧支架（锥体圆弧支架制作方法参考筒体支架制作方法），用槽钢将两个支架进行连接，且增加足够的斜拉撑，保证其稳定性。

2.3) 在将筒体下端圆弧支架与锥体上端圆弧支架用槽钢进行连接，设置足够个斜拉撑。然后根据组合件垂直密封焊缝的方向布置脚手架，方便其进行密封焊接。

2.4) 在模具支架制作完成后，用经纬仪将其进行找平，确保支架底部保持同一水平度。

（见图 5.2.4-4）





3. 图 5.2.4-4 组合模具整体效果

管 屏 组

合

1) **组合过程:** 将组件管屏根据图纸编号依次放至支架上（先筒体后锥体），将组合件管屏内壁与支架圆弧槽钢上表面紧贴，有内壁不紧贴的地方，可用千斤或手拉葫芦将其贴紧（见图 5.2.4-5、图 5.2.4-6）。



图 5.2.4-5 筒体组合



图 5.2.4-6 锥体组合

2) **对口质量保证:** 对口做到内壁齐平，错口值不应超过壁厚的 10%，且不应大于 1mm; 组合对口偏折度用直尺检查，距焊缝中心 200mm 处间隙一般不大于 2mm; 管子对口的坡口及内、外壁 10~15mm 范围内的油漆、污渍、锈蚀均应清理，并使之发出金属光泽。

3) **对口尺寸保证措施:**在管屏组合时逐一复查管屏组合件其两端与中间部位的弧长与弦长（见图 5.2.4-7、图 5.2.4-8）。（注：因考虑密封焊时有焊接收缩量，管屏每有一道拼接缝，弧长尺寸均比设计尺寸大 3 mm。）



图 5.2.4-7 组合件半径复查



图 5.2.4-8 组合件直径复查

#### 4. 管屏与集箱组合

管屏组合完成验收合格后，制作门型架作为吊装点用于分离器管屏与集箱组合焊接，用手拉葫芦作为调节管屏与集箱对口工具（见图 5.2.4-9 和 5.2.4-10）。

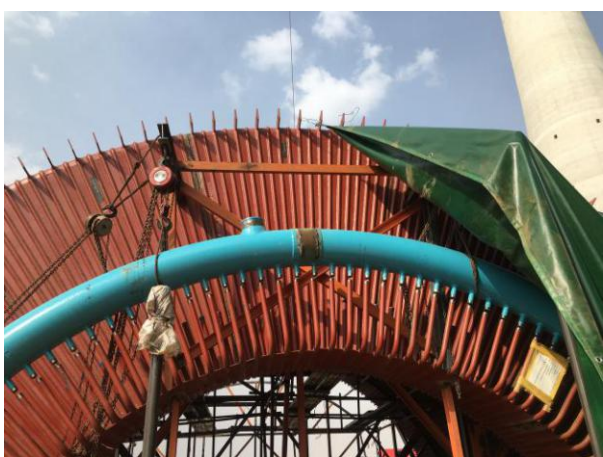


图 5.2.4-9 上集箱与筒体管屏用门型架组合

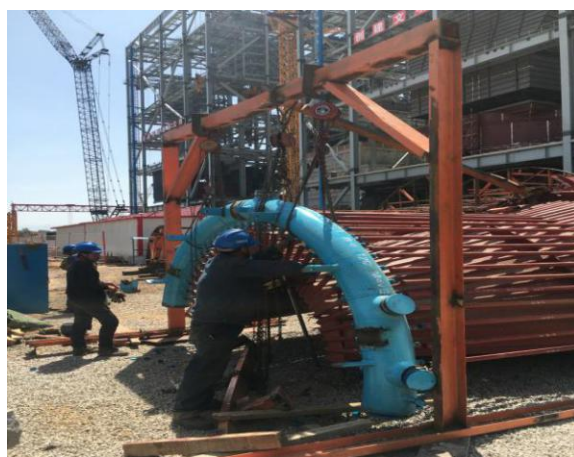


图 5.2.4-10 下集箱与管屏用门型架组合

#### 5. 管屏组对



管屏与集箱焊口完成焊接后，对管屏的垂直拼接焊缝先作点焊处理，每条拼接焊缝点焊 10~12 点，再对垂直焊缝做内外花焊至密封焊接完成，做煤油渗透试验直至合格，确保证其严密性。

锥体组合方法与筒体组合方式相同。

## 6. 圈梁拼接

吊挂装置圈梁地面焊接完成后进行验收，检查水平度与几何尺寸是否符合规范，验收后再与分离器筒体进行安装（见图 5.2.4-11）。



7. 分 离

图 5.2.4-11 圈梁拼装

## 器密封焊接

1) 合理焊接方法控制焊接变形:焊接时严禁所有焊工在某一部位集中焊接，防止发生强热应力造成管排变形。在作业区域内焊工均匀分布，采用对称焊方式、分段焊接。

## 2) 采取固定措施减少焊接变形:

由于管排间距较大、底部由于支撑不足，易造成设备因焊接受热由于自重而发生变形。采取措施为在分离器组合件平台下部，距离安装焊缝 500mm 焊缝两侧，沿管排宽度方向每隔 3 米设置一个支点，用液压千斤顶或型



图 5.2.4-12 筒体与锥体连接处密封塞块焊接

钢向上顶住管屏，防止管屏焊接时由于受热塌陷。在管屏现场对口焊接处的塞块焊接时（见图 5.2.4-12），采用间隔段焊的方法，防止焊接时设备变形。

## 8. 分离器密封渗油试验

所有密封焊口（包括设备厂家焊缝）因过程中发现厂家多处密封焊缝有不严密处在现场得到及时处理。所以必须经过渗油试验合格（见图 5.2.4-13），保证严密不漏，药皮应清除干净，外表工艺美观，焊脚高度符合设计。



图 5.2.4-13 密封处做煤油渗透试验

### 5.2.5 分离器组合件吊装

#### 1. 制作吊装临时支撑

吊装前对分离器组合件分别在内部筒体与锥体拐点处（每个组件设置 5 处）、筒体上部拐点处用槽钢延直径方向做临时支撑（见图 5.2.5-1）。因

圈梁用小吊杆连接，考虑起吊会造成小吊杆与筒体连接的耳板变形，所以用工字钢将管屏与圈梁临时加固成整体，每个组件设置三处，保证其刚性（见图 5.2.5-2）。



图 4.2.5-1 筒体上部与中间拐点用槽钢加固



图 4.2.5-2 用工字钢将管屏与圈梁连成一体

## 2. 双车配合抬吊

管屏吊装采用 80t 与 280t 履带吊配合进行双车抬吊，80t 塔吊作为主吊机械将其吊装就位，以圈梁吊耳为主吊点（见图 5.2.5-3）。吊装时相互配合要默契、动作要缓慢、服从指挥，防止因动作过快而使组件发生变形。



图 5.2.5-3 分离器组合件双车抬吊 1



图 5.2.5-4 分离器组合件双车抬吊

3.

分

### 分离器组合件吊装计算

分离器组合件自身重量为 35t，自身高度为 27 米，钢丝绳选用  $6 \times 37 + 1$ （钢丝的抗拉强度 1700Mpa） $\Phi 43$  的钢丝绳，选用 8 倍的安全系数，4 股承力。主吊机械 80t 平臂吊侧选用  $\Phi 43$  的钢丝绳的允许拉力是

$$P = S_b / K \quad (5.2.5)$$

式中：

$S_b$ —破断拉力

$K$ —安全系数

$P$ —允许拉力

$$\text{计算得出：} 971.7 / 8 = 121.5 \text{KN} / 9.8 = 12.4 \text{t}$$

所以 4 股  $\times 12.4 \text{t} = 49.6 \text{t} > 35 \text{t}$ , 配合抬吊机械 280t 履带吊侧同样选用  $\Phi 43$  的钢丝绳，完全能满足施工要求。考虑分离器吊装时应跨过锅炉顶部结构，钢丝绳长度为 20 米，卡环选用 4 个 25t。



#### 4. 吊装吊耳选用

吊装时制作可拆卸吊耳代替焊接吊工字钢吊耳,吊装前先将管屏上部鳍片预先割开,将专用吊具插入割开的鳍片内,避免了设备上临时焊件打磨时伤及管壁及临时焊件局部高出管屏,造成浇注料脱落的情况。(见图 5.2.5-5)

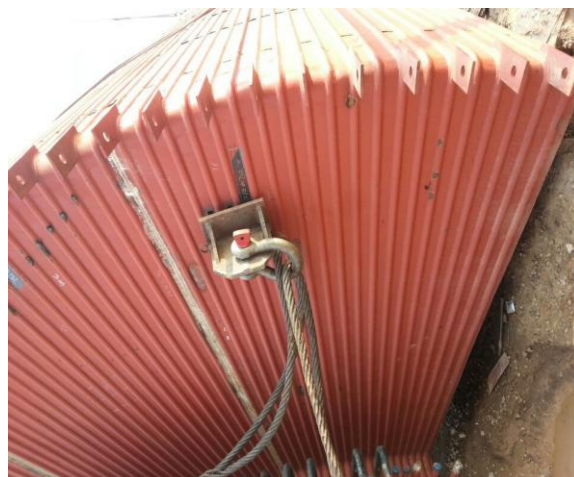


图 5.2.5-5 可拆卸吊耳

#### 5. 分离器吊装就位

单台分离器吊装顺序为(例如炉左侧):先左半组件吊装→中心筒吊装→右半组件吊装。(见图 5.2.5-6、5.2.5-7、5.2.5-8)



图 5.2.5-6 组合件吊装至炉顶



图 5.2.5-7 组合件吊装到位



图 5.2.5-8 就位组合件

#### 5.2.6 分离器中心筒吊装

单台分离器中心筒需在一半分离器组件就位后就将其吊装就位,因两半分离器组件就位后,炉顶吊挂梁需全部安装完,分离器中心筒无吊装入口。

### 5.2.7 分离器高空组对安装

分离器组件吊入后，安装吊挂装置，为了保证集箱标高符合图纸要求，考虑到集箱由于吊挂梁在承受分离器管屏和集箱重量时会发生下弯变形，而使集箱低于设计标高，所以在集箱找正时要**预先将集箱标高提高 8～10mm**。以保证在下部设备吊装完后，集箱标高能降到正常标高位置。

单台分离器两组件安装时，先将分离器上集箱焊口焊接完成后，再拼接其两组件间的垂直密封焊缝（否则会造成上集箱对口困难或无法对口），且密封只需拼接两道垂直密封焊缝对口、焊接。密封同样先做点焊处理，每条拼接焊缝点焊 10～12 点，在焊接时采取内外段焊，防止设备因焊接变形。

## 6. 材料与设备

6.0.1 材料用量见表 6.1。

表 6.1 材料用量表

序号	名称	规格	单位	数量
1	槽钢（制作组合模具）	10#	米	420
2	架管		米	120
3	架板		块	40

其他为常规材料。

6.0.2 设备用量见表 6.2。

表 6.2 设备用量表

序号	名称	规格	单位	数量
1	80t 塔吊	QTZ2000 80t	台	1
2	280t 履带吊	QY280t	台	1
3	板车 30t		辆	1
4	电焊机		台	6

5	盒尺	5m	个	5
6	火焊切割工具		套	4
7	角向砂轮机		台	6
8	千斤顶	5t	个	3
9	钢板尺	1m	把	4
10	手工电焊工具		付	6
11	倒链	5t	个	6
12	倒链	10t	个	6
13	盘尺	50m	把	2
14	便携式电源盘	100m	个	4
15	撬棍		个	6
16	卡环	3t	个	8
17	卡环	5t	个	12
18	直角尺		把	4
19	吊装索具		套	4

## 7. 质量控制

### 7.1 工程质量控制标准

旋风分离器组合件安装的允许误差如表 7.1。

表 7.1 旋风分离器组合件安装的允许误差

序号	检 查 项 目	质 量 标 准
1	外型尺寸	符合图纸
2	安装标高偏差	$\pm 10\text{mm}$
3	组件长度偏差	$\leq 2\%$ 长度, 且 $\leq 10\text{ mm}$
4	组件弯曲度	$\leq 2\%$ 长度, 且 $\leq 10\text{ mm}$
5	安装位置偏差	$\pm 10\text{ mm}$
6	组对错口偏差	$\leq 1\text{mm}$

### 7.2 标准规范

《电力建设施工技术规范》（锅炉机组）DL 5190.2-2012

《电力建设施工质量验收及评价规程》第二部分（锅炉机组）DL/T 5210.2-2009

《工程建设标准强制性条文》（电力工程部分）

《电力建设安全工作规程》第1部分：火力发电 DL5009.1-2014

### 7.3 质量控制措施

7.3.1 为保证直段管屏筒体与锥段管屏对口，在地面组合时将组合件上管口平直度控制在3mm以内。

7.3.2 为保证一个旋风分离器组件弧长尺寸符合图纸要求，在进行拼缝密封焊接时，在焊接前在组合模具支架上根据组合件管屏两边缘弧长尺寸焊接限位支架，能控制好组件的弧长。

7.3.3 为防止组合应力变形及吊装变形，在每半分离器内设置足够的加固支撑件。

7.3.4 分离器拼装时，应严格把控筒体与锥体连接处的直径，避免折口现象出现，尽量减小安装误差，避免在高空合拢时两半分离器管屏边管错管，从而使分离器在热态运行下可以安全稳定投入使用。

7.3.5 旋风分离器管屏的筒体与锥体安装直径允许偏差为+5mm至-3mm。

7.3.6 补焊因包装运输等原因未打及运输过程碰掉的销钉。

## 8. 安全措施

8.0.1 搭设分离器组合支架必须用槽钢将支架支腿横向、斜向拉住，并需验收，防止吊装时，由于组件磕碰而导致模具支架坍塌。

8.0.2 在组件抬吊过程中，支架内部、附近不得有人逗留或站立。并且钢丝绳及卸扣必须有人进行认真检查，如有损坏严禁使用。

8.0.3 由于分离器组件迎风面巨大,在吊装大件以前,必须熟悉当天天气情况,尤其是在6级以上大风情况下,严禁吊装分离器组件。

8.0.4 施工队长要做好安排,高空作业区域严禁交叉作业。

8.0.5 高空区域搭设的脚手架脚手板必须绑扎牢固,并由专业人员进行检查,非专业人员未经允许不得随意拆卸施工用脚手架。并且脚手板及架管在高空不得随意摆放。

8.0.6 吊装完后的绳索应用卸扣固定,防止绳索在吊钩上滑脱造成人员伤害。

8.0.7 分离器吊装到位后应有防风措施,防止在大风情况改下,随风摆动。

8.0.8 炉顶分离器吊挂应使用铅丝或手锤将螺口损伤2-3扣,防止因刮风或摆动造成吊杆滑脱,发生危险。

8.0.9 高空对口使用的防风帆布必须使用防火帆布,对口时必须有专人进行监护,灭火器必须放置在随手可及的区域。

## **9. 环保措施**

9.0.1 成立环境保护组织管理机构,严格遵守国家级地方政府下发的关于环境保护的法律。推行我公司制定的《创建绿色施工项目示范手册》,大力倡导“四节一环保”施工。工程处制定切实可行的《绿色施工专项方案》指导现场施工,将项目管理过程转变为保护环境、节约物资、实现与自然和谐相处的过程。

9.0.2 编制《成品保护及防止二次污染实施细则》、《专业绿色施工措施》等一系列管理文件,从建章立制、完善管理制度上,确保工程环保目

标的顺利实现。

9.0.3 编制环境保护实施计划，并对现场施工人员进行环境保护教育。

9.0.4 严格执行洁净化施工工艺，在施工区域有防止环境污染以及二次污染的意识并认真执行。

9.0.5 正确处理废料、焊条头等废弃余料，集中回收处置。

## 10. 效益分析

### 10.1 经济效益

10.1.1 华电朔州一期 $2\times 300\text{MW}$ 级热电机组为超临界参数国产化循环流化床锅炉，原计划 DBQ3000 塔吊 42 米副臂的工况在起吊高度上不满足右侧分离器的组合吊装任务，后经过计算，在不影响其他设备吊装的情况下，塔吊工况更改时一次性改变为 48 米的副臂工况，满足了右侧分离器组合件的吊装作业，现场对三个分离器都进行了地面组合拼装，不仅保证了施工的分分离器对口质量，同时，也极大地加快了分离器的施工进度，从设备开始到场，到三个分离器组合吊装完成，我们共用了 1 个月的时间就完成了分离器的吊装作业，比同项目的 1#机组整整减少了 20 天时间。

通过现场以上作业方案的优化，我们不但很好的保证了业主对 2#锅炉施工工期的要求，施工成本也得到了很好的控制，具体费用详细如下：

1. 如采用分离器散片吊装，DBQ3000T.M 塔吊台班需要约 35 个台班，采用该组合吊装技术后节约台班约 30 个，节约台班费： $5071\times 30=152130$  元。

2. 散件吊装需搭设脚手架约  $2600\text{ m}^2$ ，采用该组合吊装技术后可节约人工费用 5 万元，脚手架租赁费 4 万元。



3. 施工周期为 3 个月，采用该组合吊装技术后减少工期 20 天，可节约安全设施等费用 5 万元。

组合材料使用一部分设备包装架，一部分采购，材料费及制作费共计花费：1.5 万元。

共计节约 152130 元+140000 元（安全投入、人工和脚手架费用）-组合模具制作费 15000 元 =277130 元。

10.1.2 山西大同煤矿集团朔州热电 2×350MW 机在同煤朔州同期安装的 2 号锅炉，在工程中由于采用单片筒体与锥体管屏地面组合后吊装方式，在施工过程中质量相对我单位承建的 1 号锅炉不能够很好的得到保证，施工工期也较我单位单台旋风分离器组合、安装周期延长 14 天，主吊机械同样采用 80t 平臂塔吊，同时旋风分离器内外搭设大量脚手架，同时增加的主吊机械的使用费、脚手架租赁费与搭设人工费，降低的主吊机械的使用效率。

通过现场以上作业方案的优化，我们不但很好的保证了业主对 1 号锅炉施工工期的要求，而且在成本上由于大面积使用组合吊装，在人、材、机成本方面都不同程度得到节约。施工成本也得到了很好的控制，具体费用详细如下：

分离器组合及吊装节约成本：

1. 如果旋风分离器散件单片吊装需要约共计 54 钩，需 40 个台班，组合吊装钩数节约至 6 钩，需 5 个台班，节约 80t 塔吊 30 个台班。80t 塔式平臂吊单个台班费用为 10800 元，按照台班节约：10800×35=378000 元。

2. 散件吊装需搭设脚手架约 3000 m<sup>2</sup>，采用该组合吊装技术后可节约

人工费用 6 万元，脚手架租赁费 5 万元。

3. 施工周期为 3 个月，采用该组合吊装技术后节约工期 14 天，减小安全设施投入费用 5 万元左右。

组合材料使用一部分设备包装架, 一部分采购, 材料费及制作费共计花费:1.2 万元。

共计节约：机械费用（37.8 万元）+安全投入（5 万元）+脚手架租赁费（5 万元）+脚手架搭设人工费（6 万元）-组合模具制作费 1.2 万元=52.6 万元。

## 10.2 社会效益

应用本新技术施工，能很好的提高膜式壁旋风分离器组合安装施工中的效率，减少高空作业，从而提高了施工人员的安全性，同时可更好的控制安装质量与制造时的缺陷问题得到及时的处理，可更好的避免机组运行中发生由于安装造成的爆管现象，为机组整套启动试运及机组正常运行创造了良好条件。

## 11. 应用实例

### 11.1 华电朔州一期 2×350MW 热电机组建设工程应用实例

#### 11.1.1 工程概况

华电朔州热电厂位于山西省朔州市朔城区穆寨村东北 2km 处，一期工程建设规模为 2×350MW 超临界机组，由中国华电集团投资兴建，由中国能源建设集团山西电力建设有限公司承建 II 标段，锅炉为上海锅炉厂 350MW 超临界循环流化床锅炉（亚洲首例），锅炉炉型为：SG-1024/25.4-M4601 型。

### **11.1.2 施工情况**

锅炉旋风分离器分 A、B、C 型分离器，从炉右到炉左并排布置于炉膛后，分离器受热面分为上下两部分，每一部分又分 8 大片，3 个分离器共有 48 片管屏。分离器体积庞大、组合焊口数多、密封焊接量大，采用自制组合模具进行地面组合、焊接、整体吊装方式，即将上集箱、4 片筒体管屏、4 片锥体管屏、下集箱进行了组合。

### **11.1.3 施工日期**

锅炉旋风分离器安装工程于 2014 年 5 月 15 日开工，于 2014 年 7 月 5 日安装完成。

### **11.1.4 应用效果**

降低了安装难度，提高了设备安装质量；减少了空中作业对口和脚手架的搭设工作量，降低了高空作业安全风险，有效缩短了作业周期，比原定施工计划缩短了 20 天；在组合安装中，严控组合、安装尺寸、同心度及密封焊接的严密性，有效的保证了安装质量。

## **11.2 大同煤矿集团朔南电厂一期 2×350MW 机组建设工程应用实例**

### **11.2.1 工程概况**

同煤朔州热电厂位于山西省朔州市朔城区前寨村，一期工程建设规模为 2×350MW 超临界机组，由大同煤矿集团投资兴建，由中国能源建设集团山西电力建设有限公司承建 I 标段，锅炉为哈尔滨锅炉厂首台 350MW 超临界循环流化床锅炉，锅炉炉型为：HG-1189/25.4-L.MG1 型。

### **11.2.2 施工情况**

锅炉旋风分离器分左、中、右型分离器，每台分离器由筒体、锥体和

上、下环形集箱组成，每台分离器分为上下两部分，每一部分又分 14 大片，三台分离器共有 42 片管屏。焊口总数为 2652 道焊口。

集箱与管屏分段供货，分离器体积庞大、组合焊口数多、密封焊接量大，采用自制组合模具进行地面组合、焊接、整体吊装方式，即将上集箱、7 片筒体管屏、7 片锥体管屏、下集箱进行了组合。

### **11.2.3 施工日期**

锅炉旋风分离器安装工程于 2016 年 4 月 15 日开工，于 2016 年 5 月 30 日安装完成。

### **11.2.4 应用效果**

降低了安装难度，提高了设备安装质量；减少了空中作业对口和脚手架的搭设工作量，降低了高空作业安全风险，有效缩短了作业周期，比原定施工计划缩短了 14 天；在组合安装中，严控组合、安装尺寸、同心度及密封焊接的严密性，有效的保证了安装质量。