

湘南岩<sup>®</sup> RWOOL<sup>®</sup>

# 单双股摆锤法 岩棉板自动化生产线 成套机组

## 设备介绍资料

湘潭宏强机械制造有限公司

[www.RWool.com](http://www.RWool.com)

二〇一八年二月

## 目录

(一) 公司简介;	-P03
(二) 国内生产线各时期需求及业绩;	-P05
(三) 摆锤法岩棉生产线工艺流程图;	-P11
(四) 摆锤法岩棉板生产设备型号及参数;	-P12
(五) 带风环组合式高速离心机型号及参数;	-P13
(六) 设备各部分技术详细说明;	-P14-36
(七) 环保方案流程详细介绍;	-P37-51
(2018) 湿式电除尘器技术文件。	-P52-61
(2018) 岩棉用湿式电除尘器方案。	-P62-80
(八) 成本分析参考表。	
(九) 原材料成分及配方参考。	
(十) 检验常配量具及原料计划。	
(十一) 冶金焦炭国家标准。	
(十二) 2013 年外墙外保温岩棉板检测报告;	
(十三) 2007 年耐火及造纸纤维检测报告;	
(十四) 1999 年原棉检测报告;	
(十五) 1992 年岩棉板检测报告;	
(十六) 宏强质量管理体系 ISO 认证证书;	
(十七) 相关获奖证书。	
(十八) 设备布置参考图。	
(十九) 设备实景实照。	

## ● 公司简介

从八十年代开始加工制造岩棉生产设备及岩棉产品，原名“湘潭市岩棉制品厂”，国有企业。八七年本厂年产 5000 吨岩棉板自动生产线，是中南五省第一家。生产设备和技术都是根据七十年代苏联提供的技术资料，再进行自主开发研究及制造的。生产的岩棉板在九二年经国家南京玻璃纤维设计院检测中心检测，达到并超过 GB11835-89 优等品和一等品标准。在全国检测中纤维直径最小，平均直径为 5.9 微米，并荣获国家及省市科技成果金奖。产品的获奖是经过技术工程人员在实践中不断的对设备进行技术改造和革新而得到的。九四年中国绝热隔音材料协会第三届会员大会，经过各企业互相交流和学习，我厂的生产设备和产品的技术及质量名列前茅，换届选举中推荐为理事单位和个人。

我厂工程技术人员，在九七年由协会秘书长张德信率团去欧洲考察和学习岩棉生产技术和生产设备。先后参观考察了德国、瑞典、斯洛文尼亚等国家的十二家大型岩棉生产企业和设计所。通过现场考察和了解，我厂的生产设备与国外有很大差距。国外的生产线都是摆锤法生产设备，熔化设备能耗低，离心机一体化，高密度生产设备一推剪竖纤成型机，直线安装调角摆锤铺棉机等先进设备。

后改制更名“湘潭市岩棉制品有限公司”。08 年创立“湘潭市湘南岩棉设备科技有限公司”专职进行设备研发。

2008 年之前，我厂设计制造的大中小型生产线，全国销售三十多条。岩棉的生产设备及生产工艺等技术，通过二十多年的实践证明，我厂开发和制造的生产线在我国同行业之中处于领先地位。特别是组合式离心机吸收欧洲技术，我国独家生产和制造，生产的产品出棉率高，渣球含量低于 7%，纤维直径控制在 6 微米左右，施胶均布度 98%，每吨树脂胶可生产岩棉板 13 吨，每吨岩棉板产品耗焦炭 250~450Kg（根据用户的要求采用不同的燃料计算）。组合式离心机运转生产 3800 吨产品轴承无故障。板线固化炉链条及链板结构，采用标准重型运输链条装配，十年累计生产 40000 吨产品不需要更换，《广州从化市耀华建材有限公司》96 年投产。新设计的板线上下链板单机驱动原理，我国首创，同步率达到 100%。

2008 年之后，国家对岩棉生产提出了更高的要求，往着高密度，高酸度系数，高产量，高品质，耗能较低，环保要求高的方向发展。先后投产了 15000~20000 吨生产线十

几条，主要分布在河北，内蒙，山东，山西，新疆等岩棉需求量大，要求高的北方地区。投产 8000~10000 生产线二十多条，分布全国各地。先后开发、应用、制造完成了，上下联动一体式打褶打压系统，熔化炉配套焚烧换热预热系统，全封闭带预热段的环保型熔化炉系统，全封闭式带负压收尘的集棉机系统。在提高产品质量，节能的同时，也达到环保要求。

2012 年，通过股权收购，创立“湘潭宏强机械制造有限公司”，占地 45 亩。全年可完成制造投产十余条自动化生产线制造，可对岩棉设备自动化生产线提供全套服务。从选址，地形布置，建筑施工参考资料，设备安装，设备调试投产，人员培训的全套服务。产量从 8000 吨~10000 吨~15000 吨~25000 吨多种配套型号的整套生产线。

经过近几年的市场考验，基本形成每年建设 10 余条生产线的生产规模，基本进入流水线的规模化生产，以及搭配的改造生产线 10~20 条。全国除西藏以外基本都有生产线在投入生产。16 年年底对前期大部分客户进行回访，2000 年以后的生产线全部都在正常运行并盈利，客户信心满满，经济基础很好。对于老客户我们依旧持续性的关注和维护，也欢迎新客户加入岩棉这个行业和这个大集体，为国家的环保节能防火事业做出贡献，创造经济价值和产生积极社会效应。

## ● 生产线各时期需求及业绩

### 第一阶段：2000~2012 年；

这段时期是国企改革进入市场经济以后，工业上使用矿棉的时期。生产的产品主要是工业上面使用，民用产品方面以泡沫板，挤塑板等为主要保温材料。需求和发展比较平稳和缓慢，主要集中还是在国企，集体企业及钢铁企业的配套企业来运作。

这段时期的设备产能 0.5-1.5 吨/小时，年产在 5000-10000 吨为主。

1. 东莞建能新型保温材料有限公司 2005
2. 当途福凯岩板有限公司 2006
3. 上海金山区大强新型建材有限公司
4. 上海松江区米市渡矿岩棉厂
5. 福建厦门榕兴保温 2006 造纸纤维及岩棉板
6. 广西冠华保温材料 2011
7. 山东菏泽创盛晨新型材料 2010
8. 山东昌乐彤盛建材 2010
9. 陕西西安合力保温 2009
10. 广东从化市跃华新型材料有限公司 1997
11. 河北长江耐火材料有限公司 2005
12. 河南汝阳岩棉厂 2000
13. 江西分宜电厂实业公司 2001
14. 江阴联华化工建材有限公司 1996
15. 江阴市天润新型建材有限公司 2007
16. 宁波环宇耐火材料有限公司 1998
17. 威海市岩棉厂 2000
18. 新疆克拉玛依市康佳实业总公司 1997
19. 新余市新型建材有限责任公司 1999
20. 20000 吨改造-河北河间市北新 2012
21. 25000 吨-江苏江阴悦泰 2012

## 第二阶段：2012~2015 年；

这个属于高密度岩棉板及民用岩棉板的推广爆发时期，各地防火保温材料政策纷纷上线，对于其他 B 级防火材料的使用方面限制政策出台。但是鉴于国内产品质量及产品产能的严重跟不上，12 年国内销售的产品价格比出口欧美产品的价格还高。这段时期就是项目投资的爆发期，13 年开始各地上项目。

这段时期的设备产能 1.0-2.5 吨/小时，年产能 8000-20000 吨为主。

当时的产能定义设备 1.5 吨/小时，就是 1 万吨设备，2.5 吨/小时就是 2 万吨设备。

虽然说岩棉产能准入条件已经提出来，但是根据国内设备技术的情况及市场的需求，并没有严格执行。有实力的厂家和需求较多的地区就执行了，其他刚起步开发的地区就没有严格执行。

22. 8000 吨-河北河间束城冀东华泰 2013
23. 15000 吨-甘肃兰州合力保温 2013
24. 20000 吨-河北河间留各庄祁源保温（改造） 2013
25. 20000 吨-内蒙古乌兰察布弘德纤维科技 2013
26. 20000 吨-河北河间米各庄华能耐火 2013
27. 8000 吨-四川彭州市成都百亿新型保温建材有限公司 2013
28. 8000 吨-陕西西安市郊陕西合胜建筑材料有限公司 2013
29. 20000 吨-河间博威岩棉 702 设备换热器技术改造提供技术（改造）2013
30. 8000 吨-福建福州福建凯瑞斯保温 2014
31. 20000 吨-马鞍山福凯岩棉厂 2013
32. 8000 吨-四川彭州丰华保温 2014
33. 20000 吨-河北河间华加斯保温 2014
34. 20000 吨-河北河间奥淇保温 2014
35. 20000 吨-河北河间鑫亚保温（改造） 2014
36. 20000 吨-内蒙古集宁慧鑫纤维科技 2014
37. 20000 吨-河北河间金龙 2014
38. 20000 吨-河北河间宇龙 2014
39. 20000 吨-河北河间华明 2014
40. 20000 吨-河北大城昌奥（改造） 2014

41. 20000 吨-河北廊坊泰岳（改造） 2014
42. 20000 吨-河北河间硕丰（改造） 2014
43. 20000 吨-河北大城华利（改造） 2014
44. 20000 吨-河间大城德成（改造） 2014
45. 20000 吨-福建龙岩市龙威建材有限公司 2014
46. 10000 吨-河间九龙保温 2015
47. 8000 吨-太原晟景厚保温材料有限公司 2015
48. 8000 吨-福建福州长乐裕和保温材料有限公司 2015
49. 8000 吨-云南马龙县呈钢保温材料厂 2015
50. 20000 吨-河北河间亚峰（改造） 2015
51. 20000 吨-河北大城昌盛（改造） 2015
52. 20000 吨-河北河间天龙 2015
53. 20000 吨-湖南湘潭新湘鑫 2015
54. 20000 吨-湖南长沙奥能 2015
55. 10000 吨-宁夏双合隆 2015
56. 10000 吨-宁夏领航 2015
57. 10000 吨-哈尔滨东 2015
58. 10000 吨-河南焦作西 2015
59. 20000 吨-新疆乌鲁木齐北（改造） 2015

### 第三阶段：2015~2016 年；

市场经过政策的推广，市场需求逐步逐年增加，经过三年的投资和发展，质量和产能基本达到了市场的需求。但到了 15 年年后在环保及推广方面各地略有松懈，由于岩棉和其他 B 级材料存在较大的价格差，B 级产品迅速重新进入市场。中高端市场的需求骤降，中高端设备全部生产普通产品，造成市场中端及中低端市场供大于求，市场低迷，价格一直走低，除了河北东部地区集中化生产有成本方面的优势可以产生利润外，其他的地区的生产企业都是亏损或者在盈亏边缘。

这段时期的设备产能 1.5-2.5 吨/小时，年产能 10000-20000 吨。

由于市场价格低迷，供大于求，设备需求以中型和中小型设备为主，主要是政策刚需。

这段时期的客户需求分三种，完成岩棉准入条件达到四万吨的产能，或者是市场空白地区的生产线投资，落后的 6000 吨以下的设备的淘汰升级。

60. 河南长葛华美保温 2016
61. 河北河间天龙二条线 2016
62. 河北河间宇龙二线 2016
63. 河北河间九龙二线 2016
64. 陕西西安众诚 2016
65. 哈尔滨金昊 2016
66. 甘肃张掖蓝天 2016
67. 山西临汾新腾飞 2016
68. 河北河间金旗 2016
69. 河北邯郸武安海顺 2016
70. 广州建能改造 2016
71. 河北武汉金亿凯改造 2016
72. 河北襄阳特艺改造 2016
73. 四川重庆改造 2016
74. 河北秦皇岛改造 2016
75. 山东滨州祥裕改造 2016
76. 河南安阳焦化改造 2016
77. 山西临汾改造 2016
78. 河北河间留各庄东渡改造 2016
79. 山东日照莒县改造 2016
80. 河北河间大圆改造 2016
81. 安徽马鞍山改造 2016
82. 河南南阳邓州 2016
83. 河北大城福洛斯 2016



#### 第四阶段：2016~2017 年；

时间到了 2016 年年底，对于岩棉有几个利好消息。环保政策的逐步落实到位，严格执行；小型及中型生产线，关停；运输治理三超，运费费用提高五成；河北，山东，河南，地区冬季停产四个月；环保政策严格执行，各地停止或者推迟批复立项；有手续的厂家就是停产整顿，没有手续的厂家就是关停。这段时间岩棉的较大的供需失衡，供应不足，价格一路走高，利润为往年的数倍。

岩棉项目投资在 2017 年是一个爆发期，但是实际上对于整个市场来说不是一件好的事情，太多的行业外资金和行业外客户流入岩棉行业，实际上岩棉的需求并没有大的提升，供需失衡主要是政策对于产能限制的影响。

这段时期的设备产能 1.5-3.5 吨/小时，年产能 15000-25000 吨。

84. 湘潭云湖桥韶丰水泥厂 2017
85. 新疆和田双赢 2017
86. 乌克兰敖德萨州 (odessa) 2017
87. 河南长葛华美保温二线 2017
88. 河北大城瑞泽丰 2017
89. 德清瑞素斯保温 2017
90. 河北金旗二线 2017
91. 山东滨州圣昊 2017
92. 邯郸矿山镇金岩 2017
93. 湖北赤壁神龙武汉金亿凯更新改造 2017
94. 河北河间亚峰二线 2017
95. 山东日照爱国 2017
96. 辽宁沈阳泰龙 2017
97. 江苏常州大可 2017
98. 山东临沂莒南县 2017
99. 新疆乌鲁木齐阜新天龙 2017
100. 江苏常州大可保温 2017

## 第五阶段：2018 年~

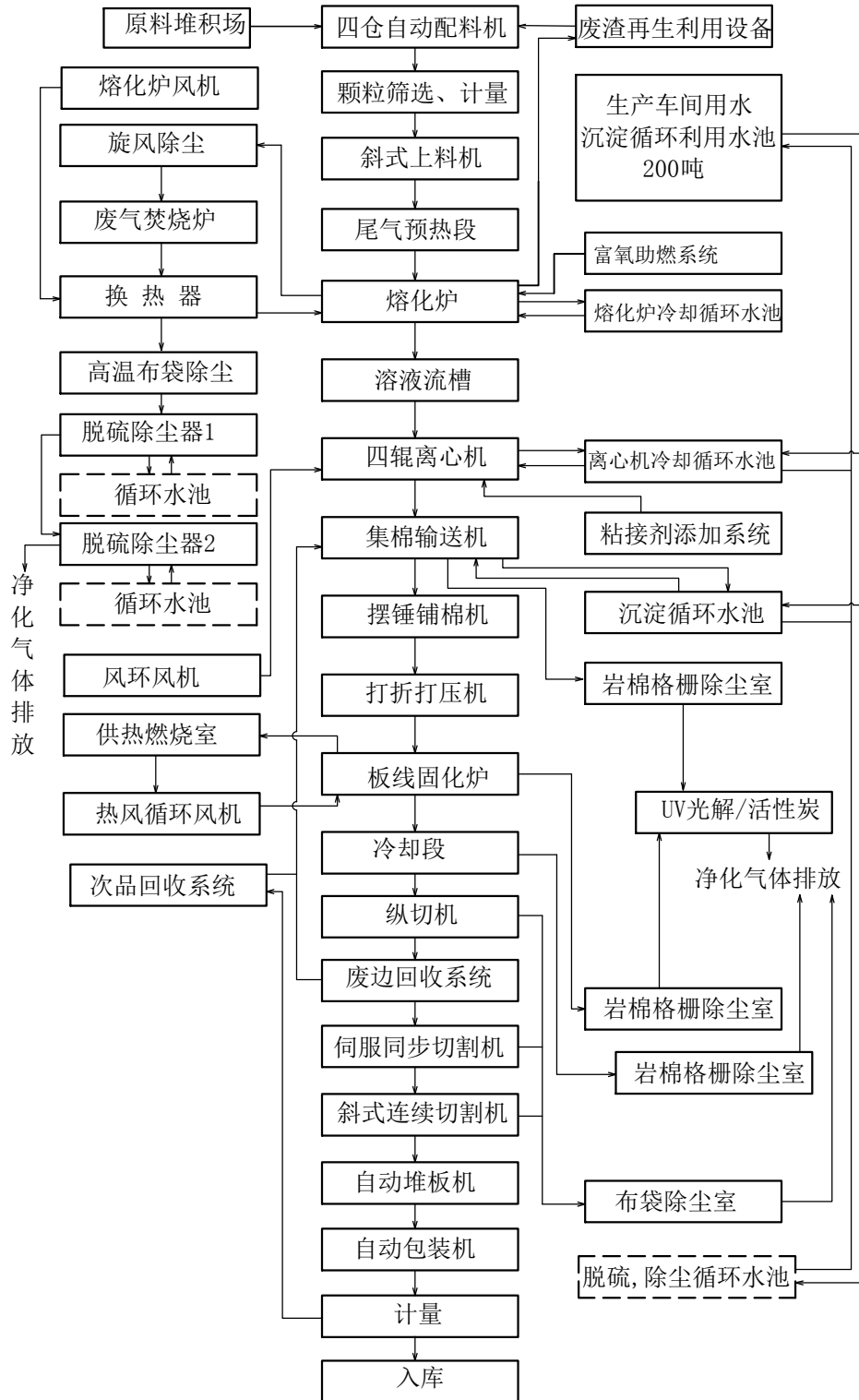
进入 2018 年，第一季度市场还是维持这去年的火热程度。到了第二季度，17 年冬季停产的企业纷纷投入生产，17 年新上的生产线也逐步进入投产阶段。供需状况发生的变化，供应逐步跟上了市场的需求，价格逐渐进入正常价格区间。

这段时期的设备产能 2.5-4.5 吨/小时，年产能 15000-30000 吨。

以年产 20000-30000 吨设备为主，空白市场建设 15000~20000 吨的设备。

101. 青海民和县 20000
102. 新疆喀什 20000
103. 山东聊城三鼎 20000
104. 兰州景泰远昊 20000
105. 内蒙包头 20000
106. 河间华加斯二线 20000
107. 云南建水熔化改造 20000
108. 云南祥云熔化集棉部分 20000
109. 河南邓州二线 30000
110. 湖北洪安 30000
111. 河南焦作二线 30000
112. 安徽马鞍山 20000
113. 江苏南通 30000
114. 山西文水 20000
115. 湖南冷水江 25000

# 摆锤法岩棉板生产线工艺流程图



					<b>环保设备工艺流程图</b> 湘潭宏强机械制造有限公司	材质	.
标记	处数	文件号	签字	日期		数量	.
设计		李顶权	校对			比例	共 张
制图		辜天天	审核			1:1	第 张
描图				2016.7.12			

## ● 摆锤法岩棉板生产设备型号及参数

项目/型号	30KB 型	30KA 型	20KA 型
年产量 (T)	20000~30000 吨	20000~25000 吨	15000~20000 吨
小时最佳产量 (T/H)	3.5~4.5 吨	2.5~3.5 吨	1.5~2.5 吨
设备总长度 (M)	35 米 +	33 米 +	30 米 +
L 型安装	95 米	90 米	85 米
固化炉总长度	35 米	33 米	30 米
固化炉宽度	1300mm/1900mm	1300mm/1900mm	1300mm
配套风机	55KW*2+75KW*2	75KW*2	55 KW*2
集棉机总长度	单鼓/双股集棉机	双鼓/弧斜集棉机	弧形斜角
集棉机宽度	2200mm	2200mm	2000mm
配套风机	220/315 KW	160/220 KW	90KW
产品厚度	50~200mm*	50~200mm*	50~200mm*
产品密度	50~200kg*	50~200kg*	50~200kg*
总装机容量 实际使用率 (70~75%)	1350KW*	1080KW*	680KW*

\*实际数值根据密度和厚度相对值进行调整。

\*根据实际配置装机容量会有上下浮动。

## ● 带风环组合式高速离心机型号及参数

项目/型号		XTLI370D6 型	XTLI340D5 型	XTLI320D4 型	XTLI300A 型
外型尺寸		1700× 1500× 1350	1700× 1500× 1350	1100× 1000× 1050	1100× 960× 1050
离心辊 直径 (mm)	1#	190	190	190	190
	2#	270	270	270	270
	3#	370	340	320	320
	4#	370	340	320	320
电机 功率 (KW)	1#	4	4	4	4
	2#	7.5	7.5	5.5	5.5
	3#	18.5	11	7.5	5.5
	4#	18.5	11	7.5	5.5
配套产量 (吨/小时)T/h		3.0~5.0	2.0~4.0	1.5~2.5	0.8~1.5
转速 (转/分钟) r/m		5000-7000	5000-7000	5000-7000	4500-6000
配套风机		75/90KW*2	45/55KW*2	30/37KW*2	15/18.5KW*2

## ● 设备各部分技术说明

### 一、 配料及上料系统。

原材料通过筛选、计量、投入上料系统。每次上料焦与矿渣比例总重量为 180~250Kg/次, 上升速度为每分钟 9 米, 上料体容积为 0.3~0.4 立方。

**配料机:** 四个储料斗, 四个振动筛选斗, 配套输送称量装置。

配料机有以下几种型号产品。

1) 单称累计计量单皮带输送型(四斗), 具备 4 个振动器, 4 个传感器, 一个皮带输送机, 单 PLC, 单色仪表控制。

2) 多称单独计量多皮带输送型(四斗), 具备 4 个振动器, 16 个传感器, 4 个称量皮带输送机, 一个皮带输送机, 单 PLC, 彩色显示屏控制。

3) 多称单独计量多皮带输送型(五斗)。

通过实际生产发现以下几点: 岩棉生产原材料是否需要精确计量? 不需要, 误差几 Kg 很正常。实际配料过程中, 计量到位后, 振动器停止振动, 掉下来几块很正常。生产环境类似水泥厂, 环境差。岩棉生产属于连续生产, 如果出现问题不能长时间不上料, 需要在短时间内解决问题。设备稳定性要求高, 可维护性好, 可易于替换。所以现在多数设备选用单称累计计量单皮带输送型, 振动器/传感器少, 电控简易, 使用稳定, 易操作易维护。就算更换整体电控, 时间短, 费用低。

- 单称的唯一弱点在于不能混合上料, 所以单次料斗小, 均衡此问题。
- 料少次多, 有利于料层的均匀分布。
- 某些设备需要添加一个斗用于添加白云石, 实际生产中根据配方不同, 白云石的量小, 如果采用振动器配料, 误差较大, 所以一般白云石采用人工添加方式。

**上料机:** 输送架, 料斗, 卷扬机。

上料机有以下几种型号产品。

1) 由于地形限制, 采用垂直升降, 轨道移动上料。

2) 大斜度, 翻斗进料。

3) 小斜度, 底部开料口。

4) 超小斜度, 连续皮带输送上料。

一般现在采用, 小斜度, 底部开料口方式, 稳定型高, 易于操作。

配备卷扬机 1.5 吨，液压刹车/电磁刹车卷扬机，输送速度 9 米/分钟。

超小斜度，连续皮带输送上料。对场地要求大，而且制造成本大，很少采用。

另外二种方式一般是受限于地形限制才采用。

● **18 年改进内容信息：**

1. 小时成品产量高于 4 吨的生产线，料斗加宽加大，容积加大一倍，单斗原料重量在 450~650kg。
2. 鉴于原材料颗粒大小均匀度降低，误差量难以控制。为了提高上料精准度，将料斗加长一倍，斜度降低一半，格栅长度增加一倍。震动弹簧从 4 个增加到 6 个。
  - ◆ 震动更准确；
  - ◆ 增加了筛选的时间，功能效果更加明显，减少废气粉尘量。
  - ◆ 小颗粒筛选更完全；
  - ◆ 原材料颗粒要求没那样严格。
3. 遥控上料，通过无线遥控器，工人可以再任何位置控制和观察上料情况。\*
4. 17 年开始，主推小斜度，底部开料口的上料机。

● **供方供货范围：**

1. 上料机机架；料桶；机架传感器；卷扬机；钢丝绳；上料电控柜。
2. 配料机机架；料斗；振动器；称重皮带架；输送皮带架；配料电控柜。
3. （附加件）由于安装位置要求，增加的上料机皮带输送机和配料机加长皮带输送机。

● **需方负责范围：**

1. 土建基础，配料机上料机地坑，上料机楼板预埋件。

- 配备半自动上料控制而不配备全自动上料系统。鉴于具体的岩棉设备的生产流程要求和从业人员的水平情况，全自动的控制系统容易出现问題，以及人员的失察造成的设备上料配料故障。

\*计划改进部分。

## 二、 熔化炉及配套焚烧除尘脱硫系统。

### 节能封闭式熔化炉：

采用新工艺和新技术，熔化炉全封闭生产，冷却水采用自然循环原理完成。熔化炉采用上下双体封闭式结构，废气不外漏、外排，从而进入后面废气处理系统。

不配备焚烧换热系统情况下，通过熔化炉顶部双层不锈钢预热换热器（非焚烧）的情况下，温度提高 80~120 摄氏度，再经过四根热风管进入熔化段风带，稳定炉温。

配备焚烧换热系统情况下，通过换热器的空气可以提高到 150~350 摄氏度，直接进入熔化段风带，提高炉温，稳定流股，提高产量。需要情况下增加玄武岩原材料的含量。

**产能/热量：**内部尺寸结构设计，经过长时间很多次的实际生产测试和调整，达到一个相对完整的比例结构。

使水套水循环降温的熔化炉，焦炭的用量可以媲美传统耐火砖炉的用量和保温效果。即保证长期生产和环保要求，又节能。焦炭：矿渣比例一般可以在 1: 4.5~5.5，焦炭：（玄武岩+矿渣）比例一般可以在 1:2.5~3.0。

使产量可以在炉径相对小的情况下，达到高产量，炉温高，炉温稳定，流股稳定，使棉长短、粗细、均匀度、含渣量等质量指标达到标准，比以往的直筒炉提高一个台阶。

类型\性能	生产范围 (T)	最佳范围 (T)	最小直径	
XTLI14-900 型	0.8-2.0	1.0-1.5	900	14 主推。
XTLI15-1000 型	1.0-3.0	1.5-2.5	1000	15-16 主推。
XTLI15-1100 型	2.0-4.0	2.5-3.5	1100	17~18 年主推。
XTLI16-1200 型	2.5-4.5	3.0-4.5	1200	15-16 主推。
XTLI17-1300 型	2.5-5.0	3.0-4.5	1300	17 年测试, 18 年主推。
XTLI17-1400 型	2.5- (6.0) *	3.0- (5.5) *	1400	18 年测试。

炉体设计为双锥炉，两头大中间小，设计的大小和高度，根据实际积累的技术经验情况来设计，根据直径来判断产量大小已经不适合，根据设计不同产量也不同。

由于以前的炉子为直筒炉，直径大小直接决定产量。现在是椎筒的所以直径的大小和产量的对应关系不会那么统一。

产量按照玄武岩含量 20%~55%来进行设计和计算。

根据玄武岩的化学成分的不同，实际玄武岩的含量比例也会不同。



## 环保配套系统：（后面有单独章节详细介绍）

主要分为几部分：

- 1) 旋风除尘；
- 2) 废气焚烧室；
- 3) 废气换热器；
- 4) 高温布袋除尘器；
- 5) 大理石水泥脱硫脱销塔；
- 6) 铁质脱硫脱销塔。

**旋风除尘：**在进入燃烧室之前，经过了旋风除尘，通过重力，除去了空气中大部分的大颗粒的灰尘物质。

**废气焚烧室：**特殊设计的结构与熔化炉配套，可以完成煤气 CO 的聚集，然后可以自燃，不需要其他辅助燃料来进行焚烧，即可完成自身的焚烧。清洁空气，除尘脱硫的作用。

### 焚烧换热器：

**（16年）之前单体结构：**316/304 管道及内胆材质，外壳 A3 钢板。换热效率 40~50%，有效降低排气温度，通过热量回收，提高回炉热风温度，提高炉温。以及兼顾管道除尘的作用。

&一般控制内部工作温度在 450~700 摄氏度之间。

### （17年）三体圆管结构：

2017 年，新型换热器，改为三体结构，材质分别为 310S/316/304/耐热钢。分为高温，中温，低温区。初期设计在安装方式上还是采用，直筒一体式结构，竖向安装，用以符合先期已经在执行的合同。后期设计制作为单体三体结构，易安装易维修。

### （18年）立式二体，三体扁管结构：

根据市场的疑问，对于焚烧室的运作方式及结构做单独解释：

- 我方采用的是较为易于使用的先“旋风”再“焚烧换热”最后“布袋除尘”的运行方式，这种运行方式的最大好处就是对于生产的参数控制和人员的要求较低。
  1. 在控制好原材料的粉尘颗粒量的情况下，旋风除尘在 5 微米到 20 微米除尘达到 50~80%，20 到 40 微米 80~95%，40 微米以上的颗粒物可以达到 95~99%，对于大颗粒物的除尘效果明显。

2. 旋风除尘和焚烧炉一体化设计，利用了旋风除尘耐高温的特点。
3. 焚烧炉的点燃，利用的是熔化炉的尾气排放的温度，尾气排放是高温排放无需降温，温度控制在 300~400 度，当旋风和焚烧炉内的 CO 聚集到一定程度以后，焚烧室内自燃，当耐火砖烧红以后，就维持持续的 CO 燃烧。这样避免了焚烧室的长期加温耗能，突然点燃爆炸的问题。
4. 先焚烧后布袋除尘，废气中含有的灰尘，为了解决灰尘吸附的问题，换热器的管道直径和空气流动面积需要加大，这样来减少灰尘灰尘的吸附，使用立式结构利用重力和风的影响来减少吸附的问题。换热器的体积比同类型产品增加一倍体积。
5. 管道使用定制扁形管道，利用扁形来抵消一定的变形量。
6. 材质选用 310S, 316, 304, 耐热钢。
7. (18 年一二季度)，二体式结构，单体高度 10~13 米。
8. (18 年三四季度) 三体式结构，根据二体式结构的生产情况再做设计。

#### 高温布袋除尘器:

标准型设备，运行温度控制在 150~220 度。温度太低，水汽凝结吸附，造成布袋除尘效果差，温度太高，直接损坏高温布袋。

配备大小 350-550-650 平方，风量 25000-35000-45000 方。

去除 99%以上的灰尘及其他颗粒物。

含旁路控制，气动旁路阀，温度高于 240 度时，废气不通过布袋直接进入脱硫系统。

#### 大理石水泥脱硫塔:

通过喷射碱液和 Fe-EDTA\*，达到脱硫脱销的效果。

内部设置导风板和筛板。

导风板的作用是均衡上气，不然就会出现壁效应，会出现偏风现象。

筛板的作用是让药品和污染空气在孔内接触，然后在下降和上升过程中反应，转化为盐。其中二氧化硫与碱反应生成亚硫酸盐，二氧化氮以上的多氧化氮与碱反应生成硝基盐，唯独一氧化氮不能反应，放在第二段脱硝工艺。

#### 铁质水雾除尘脱硫脱销塔:

作为最后的除尘保险装置。当开炉，停炉，以及生产不正常的情况下的换热器排气温度过高，高温布袋除尘器启动保护装置，直接跳过布袋除尘，进入后续环保设施的时

候，水雾除尘可以保证一定效果的除尘效果。

\*Fe-EDTA 实际脱销效果需要测试。实际上在现有的岩棉设备上都没有配备脱销设备。  
(2019 年)

● **供方供货范围：**

1. 熔化炉熔化段，预热段，顶部密封盖。
2. 旋风除尘及焚烧炉。
3. 换热器高温塔，中温塔。
4. 高温布袋除尘（含旁路控制）。
5. 脱硫除尘塔（铁质内衬水泥）。
6. 配套管道：
  - ◆ 熔化炉连接水箱管道，连接水池管道，废气连接旋风除尘管道（铁内衬水泥）。
  - ◆ 焚烧炉连接换热器管道（不锈钢），换热器内部连接管道（不锈钢），换热器连接脱硫风机管道（铁），脱硫风机连接水泥脱硫塔管道（不锈钢）。
  - ◆ 熔化炉助燃风机，助燃风机进风管道（铁）。
  - ◆ 换热器助燃风连接熔化炉（铁）。
  - ◆ 脱硫塔之间连接管道。
7. 熔化炉冷却水泵，进料中筒冷却水泵。二开二备。
8. 脱硫塔和除尘塔，水泵，水管，喷头，内部格栅。
9. 配套电控，配套风机。
10. 焚烧室和换热器内锥形位置（非耐火砖结构位置的）高温浇注料。

● **需方负责范围：**

1. 熔化炉水池，熔化炉水箱，冷却塔。熔化炉楼房钢构（10M\*10M，高度 16M。）。
2. 换热器支撑钢构。脱硫及除尘器支撑钢构。
3. 脱硫塔水池，除尘塔水池。集中沉淀水池。
4. 水泥大理石脱硫塔。
5. 铁质脱硫塔内部的普通耐热水泥（铝酸盐水泥）。
6. 焚烧室内，耐火砖及耐火砖的配套水泥浇注料。
7. 熔化炉底部，熔化段的高温浇筑料。

8. 所有的管道保温。

### 三、 抛丝产棉，收棉铺棉设备。

3.1 带风环组合式高速四辊离心机，我国首创，独家提供。

装机容量低，体积小，易于更换机芯及零部件维修。

设备结构合理，容易操作和控制，运行性能可靠，稳定性强。

风环的设计，是根据辊轮直径大小进行分布制造，一体化设计在机体上，相对离心辊位置保持不变。风向和产棉牵引没有波动现象，随辊而自动改变，渣球小而少。

成纤率高，纤维细而长，保证了纤维质量。施胶喷嘴采用扇形结构分布合理，雾化细且均匀。

&根据生产的产品需求（粗细、长短）不同，调整离心辊的转速在 4000~6500 转。

&离心辊，轴和轴承基座，采用悬浮式自平衡设计。

&轴承的运行环境，采用机油自循环自雾化，配套滴流过滤设计。轴承使用时间长（可以超过二至三个月），检修时间短，易于检修及特点。

2017 年离心机，做了较大的改造。转速高于 7000 转。出棉率高于 80%。吸取了进口离心机的设计理念和技术。

由于近几年在离心机方面的改进和投入较大，而且市场追赶进口产品的步伐加快，所以近 1-2 年国内在离心机方面的技术提高非常快。

几代离心机特点介绍。

离心机\项目	主要特点	转速 直径*	应付产量 运行周期*	优缺点
第一代离心机	*单电机或者双电机驱动 *前面板钻孔漏空 *两侧 8~10 个大型喷头 *风机安装在离心机尾部直吹 *冷却水后进后出	<3500r <320mm	0.5-1.5T/H <14Hour	结构建议， 造价低廉。 早期产品。
第二代离心机	*主机和喷胶分体式结构 *喷胶和风环一起，风机在两	<4200r <340mm	1.0-3.0T/H <120Hour	分体结构， 易于制作。

	侧 *离心辊采用前后法兰连接， 多螺丝结构 *冷却水后进后出			喷头和棍头 难维护。
第三代离心机	*离心辊，风环，喷胶一体化 结构 *整体悬浮减震 *冷却水，后进后出水			
06-12 年 XTLI-A 型	圆形减震垫和长方型减震垫 风环，喷胶固定式结构 一次性滴油加油雾化润滑	<5500r <340mm	1.0-3.0T/H >240Hour	
13-14 年 XTLI-B 型	整体定制圆形减震块 轴承润滑雾化循环系统	<6200r <360mm	1.0-3.0T/H >240Hour	
15-16 年 XTLI-D5 型*	分体式可拆卸胶环，圆形分布 轴承润滑循环浸泡悬浮循环 系统。 风环宽度设计较宽，使用风机 15~45KW 即可投入使用。应付 整体设计中端的设备为主，对 于配套设置的要求较低。	<6500r <370mm	1.0-4.0T/H >240Hour	320 型 340 型 370 型
16-17 年 XTLI-D6 型*	分体式可拆卸胶环，交错分布 离心辊内嵌式结构，无需挡渣 板。 水冷保护 1 辊结构。 只提供后部进风。 风环宽度设计较窄，使用风机 37~110KW 投入使用。应付整 体设计中高端的设备为主，对 于配套设置的要求较高。	<7400r <370mm	2.0-5.0T/H >240Hour	340 型 370 型

	C型和D型根据不同客户的情况和设备配套的情况来供货。			
17-XTLI-E型 (发展方向)	*1#, 2#辊尺寸加大, 也出棉。 *增加中心喷胶 *转速>8000 转		2.0-5.0T/H >240Hour	*设计方向
第四代离心机				

\*一般性参考数据。

\*编号根据时期设计不同, 会有略微标注差别。

### (18年)

#### 1. 已经完成了分体模块化设计:

- a) 分体的风口;
- b) 分体的胶环;
- c) 分体的离心辊 (370 标配, 340 预计 19 年做为标配);
- d) 分部三路的胶环供胶 (18 年三季度开始改造制作);

细节改进:

- e) 内嵌的电路接头, 防止损坏。
- f) 可替换的离心机顶盖板。
- g) 一体式的硅胶减震垫。

#### 2. 转速设定: 5000~6600 转。30~50HZ。

#### 3. 经过测试, 离心辊的使用寿命 4~7 天。(软水及足够的水降温情况下)。

#### 4. 经过测试, 不使用修复离心辊的情况下, 轴承的寿命在 3~4 个月, 减震垫的寿命在 15~30 天。

#### 5. 离心机使用规则: 一台主机一台备机, 一个周期内 (一般 1~1.5 年) 只用主机, 备机只在主机维修时候使用, 一周周期后, 将主机和备机调换过来。一般不将主机和备机相同时间交替使用。

- **供方供货范围:**

1. 离心机主机，二台，一开一备。
2. 离心机供胶输送泵。一开一备。
3. 离心机冷却水泵。一开一备。
4. 喷胶过滤器。
5. 配套空压机一台，干燥器一台，过滤器三个。
6. 配套电控，配套风机。
7. 冷水水泵配套管道。
8. 供胶水泵配套管道。
9. 离心机配套电控。

- **需方负责范围:**

1. 离心机冷却水池，冷却塔。
2. 制配胶水设施（现在环评不允许制作，一般都是外采原胶）。
3. 储存胶水设施，铁质罐体，或者水泥浇筑池。
4. 胶水混合设施，铁质罐体，或者水泥浇筑池。

### 3.2 大斜度大空间收棉输送机。

采用斜式结构原理，链板式网带输出。

输送及摆锤铺棉速度采用数显式同步 PLC 操作，速度任意调整。

收棉室容积大，施胶均匀度 99%。

棉层薄，棉层均匀，无成团。

大斜度，大空间。棉在空气中飞行时间长，充分和胶混合，较少胶用量。岩棉板用胶量在 70~80kg/吨产品，岩棉条用胶量在 110~120kg/吨产品。空间大，风速要求“相对”低，风机压力小，相对功率低。基本控制在 30KW/吨\*产品，的能耗。

2016 年，完成单鼓集棉机设计，制造了模块离心机，三季度投入使用。

2017 年，完成双鼓集棉机设计，结合了鼓式和三角集棉机的优点。

#### (18 年) 设备改进及测试:

1. 17 年双股集棉机已经投入测试，正常使用；
2. 17 年单股集棉机已经投入测试，正常使用；
3. 配套 160kw/220kw 风机选型；
4. 配套 315kw 风机选型，进入测试。

集棉机\项目	主要特点	运转速度	应付产量	备注
(第一代) 水平自然沉降集棉机	<ul style="list-style-type: none"> <li>*无负压</li> <li>*自然沉降</li> <li>*尾部配备收尘排气口</li> <li>*安装距离较长&gt;10M</li> <li>*胶水混合时间长</li> </ul>	<35M/m	0.5-1.5T /H	投资小成本 运行成本低 不环保
(第二代) 直角斜式三角集棉机	<ul style="list-style-type: none"> <li>*负压要求大</li> <li>*斜度大</li> <li>*配套离心机风机以高压为主</li> <li>*渣球少</li> <li>*胶水浪费大</li> </ul>	<45M/m	1.5-4.0T /H	



	*胶棉混合时间短			
(第三代) 大斜角度斜式三角集棉机	*集合了第一代和第二代的特点, 降低了负压要求, (只需1/2), 增加了胶棉混合时间。对于离心机的吹离风要求也降低一般。 *使用三轴驱动, 本质是还是在三角集棉机的范畴内。	<45M/m	1.0-4.0T /H	
(第三代半) 大斜角度斜式弧形集棉机	*弱化第三轴或直接去掉第三轴, 实际使用二轴驱动。弱化了输出轨道的受力, 输送线路也是弧形曲线, 降低了链条的负载。输送速度相应增加, 链条等寿命可以更长。	>45M/m	1.0-4.5T /H	
(第四代) 鼓式集棉机	*彻底将链条传动变为轴承和链轮的驱动方式, 输送速度可以提高一个等级更快, 速度从40~100m/m。实际应用范围为40~75m/m。输送速度快, 棉层薄是其最大的优点。缺点也很明显: 具备第二代集棉机的缺点, 负压大, 配套要求高, 胶水损耗大, 胶棉混合时间短。	>60M/m	3.5-5.0T /H*	
(第四代半) 双鼓斜式集棉机	集合了第三代和第四代集棉机的优点, 将输送鼓缩小, 使用双鼓驱动链条和链板。输送速度接近鼓式的输送速度, 可以超过60M/m。胶棉混合时间	>60M/m	3.5-5.0T /H*	

	长，负压要求小，配套要求适 中的特点。			
--	------------------------	--	--	--

\*国外将单离心机结构的生产线，最高产量定义为 6T/H。鉴于国内的销售范围及技术自动化程度，本公司暂定技术方案最高为 5T/H。

### 环保配套系统：（后面有单独章节详细介绍）。

1) 岩棉板板式除尘。

2) UV 光解除臭。

3) 活性炭吸附除尘。

- 集棉机的废气中主要是，粉尘，细棉及喷胶、烧胶所产生的废气。
- 解决废气的量前提是控制好离心机喷胶/喷水，以及熔化炉炉温/流股/产量。从而从源头上减少废气。
- 通过控制离心机的转速和冷却来控制棉粗细长短，来减少集棉机收尘气体里面的粉尘。

### 摆锤输送铺棉机。

胶棉输出温度低，棉层厚度一致。

输出与摆锤速度同步运行。

摆锤铺棉速度快，棉层薄，层次多。

在生产低密度和高密度板材时，每分钟 16 至 20 次/层。

摆锤设计及可使用摆幅大，棉层均匀，采用小转弯型皮带摆动驱动，使两侧棉层和中间棉层，棉层均匀，密度误差小。

与收棉机配合，棉层连续性好，均匀性好，摆锤铺棉后高度可以达到 600~800mm 厚度，依然均匀，犹如铺纸一般，无需人工辅助操作。

**(18年)**

对于集棉机排气的环保设施，和固化炉的废气的环保设施是一样的。按照现在的市场上面的环保设备就是前置负压房，使用 50~90 密度，厚度 50 的岩棉板做为过滤的板式过滤房。过滤面积大概在 80~100 平方/1 万立方空气。

后置处理的方式，现在有原来的水雾除尘处理方式，但是效果一般。

UV 光解除臭+活性炭吸附，具体效果需要进行测试，理论效果是可行的。

等离子电除尘，投资较大，7~8 万元/1 万立方空气。原理是气体先降温，再通过水雾颗粒吸附，通过电将水雾颗粒吸附在管道表面，进行冲洗吸收。

市面上面基本的上的就是风机前置岩棉板格栅板式除尘，通过风机后直排。

后置就是具体的投资大小来选择处理方式。

- **供方供货范围：**

1. 集棉机主体及支架，驱动及减速机。
2. 集棉机输出架（皮带）。
3. 摆锤摆动驱动，铺棉架（皮带），摆锤输出（方管）。
4. 摆锤输出整棉棍。
5. 集棉机负压风机，升棉风机，清洗风机。
6. 集棉机清洗水泵。
7. 集棉机负压风机 1 台单双股/2 台斜式。
8. 集棉机风机输入管道，输出管道（进入烟囱管道）。
9. 配套电控。
10. 集棉机和摆锤的环形楼梯。（材料）
11. 集棉机负压房格栅材料，角钢，钢丝网。（材料）

- **需方负责范围：**

1. 集棉机基础。
2. 集棉机冲洗清洗水池。
3. 集棉机负压收尘房土建结构，清洗门，格栅门。

## 四、打褶打压机及热固化输送，配套供热系统。

**打褶打压一体机。国内首创，最早设计制造的厂家。**

胶棉通过输送机进入整形打压机，打压和整形后胶棉输送的密度可达 250Kg/M<sup>3</sup>，向板线热固化炉输入生产固化，从而减轻链条和网板的运行负荷，降低了摩擦，提高了网板和链条的使用寿命。

经过多次改良和改进，产量低于 3 吨/小时，采用二段打褶（三电机），高于 3 吨/小时，采用三段打褶（四电机）。采用上下一体化传动，减少 50%电机及传动使用，减少 50%用电量和故障可能。

生产非打褶板，只需要运行一台电机即可实现打压操作。生产打褶板也只需要共运行 3/4 台电机来完成操作。

&实际生产中固化炉只起到岩棉输送及热固化的任务，打压的任务交给打压机器，才能有效的减少固化炉的运行压力，较少设备磨损，增长设备寿命。

**热固化炉。节热源用量，节风机电能，与市场比较降低 50%左右。**

热固化炉链板分为上下单机驱动，采用变频 PLC 同步控制，同步率 100%（任意调整）。

双电机搭配，行星减速机，十字联轴器，组合驱动。

固化分为四段，独特的热风箱设计及隔风系统，使热风强制穿透固化。热风采用自动循环控制，余热循环风利用率 75%。产品固化能耗低，固化效果好，颜色一致。

每吨产品等热量消耗焦炭 85~95Kg，压制的产品花纹、商标及字母清楚。

### **固化炉供热：**

双风机，四风箱结构，双体循环风。

供热热源：1) 煤炭/焦炭，单热反射炉。

2) 煤气，双燃烧室，煤气喷嘴。

3) 天然气，双燃烧室，天然气燃烧器（标准件）。

4) 轻质油，双燃烧室，轻质燃油燃烧器（标准件）。

5) 电热炉，暂时无厂家采用。

### **环保配套系统：**

1) 岩棉板格栅碰撞除尘。

2) 水雾喷雾除尘。

(18年)

对于固化炉的除尘和集棉机负压除尘的流程是一样的，采用同样的方式来操作，请查看前页。

#### 18.4.1 打褶打压机：

- 打褶打压一体化设计制作。
- 打褶速度提速，原设计输送速度5米以下生产打褶板，现在设计8米以下生产打褶板。
- 25000吨以上设备，设计8台电机驱动，中间驱动电机从1.5kw提高到3kw。

#### 18.4.2 热固化炉：

- 上下分布驱动，鉴于18年P系列减速机交付周期长，改为K系列驱动减速机，从同步带驱动改成上下分开驱动，取消伸缩联轴器，采用驱动减速机加固定联轴器和固化炉一体化设计。（18年二季度进入测试）。
- 考虑到市场对于产品厚度密度的提升。固化风机采用55kw\*2, 75\*2, 75\*2+55\*2三种固化风机配套方式进行设计操作。
- **供方供货范围：**
  1. 一体式打褶打压机。
  2. 水冷式打压输出段。
  3. 热固化炉（四段四风箱式）。
  4. 热固化炉驱动减速机，电机，联轴器。
  5. 热固化风机，收烟除湿风机。
  6. 固化炉进风，出风循环管道，接头。
  7. 收烟负压房格栅材料，角钢，钢丝网。
  8. 配套电控柜。
- **需方负责范围：**
  1. 固化炉安装基础，固化炉维修地坑。
  2. 固化炉收烟负压房土建结构。
  3. 负压收尘房土建结构，清洗门，格栅门。
  4. 天然气喷头及控制器。或烧煤的煤炭燃烧热风炉。

## 五、 切割成型输送系统。

输送机与固化炉直连同步运行，不单独驱动。

切割段已经全面改造无尘化，采用无齿圆刀。客户无特殊要求都会采用无尘圆刀。2017年开始，切割，碎边及回收，按照生产200mm厚度产品的要求来设计和制造。

**冷却段：**单独风箱，风机抽取，强制降温。

**输送段：**负责切割输送。

**切割部分：**

1) 纵切机。采用1开2备（2块板生产线），2开3备（3块板生产线）。

开采用无齿无尘圆刀，备用采用有齿合金切割锯片。

- 圆刀无尘，但刀片费用高，使用时间短。
- 有齿合金，搭配费用低，使用时间长，但灰尘多。

2) 伺服同步切割机。

属于成熟产品，近期主要是更换新型离合器，从摩擦片离合器更换到齿型离合器，减少误差，切割长度任意设定，误差在可接受的范围内。

2016年设计，2017年投入使用，伺服同步飞锯。单刀飞锯和双到飞锯都已投入使用。长期性误差在正负5mm。

3) 同步连续斜式切割机。独有产品。

也属于成熟产品，通过特殊设计和计算传动。可以准确切割1000mm和1200mm，误差可以控制在正负2mm。

切割900~1300mm任意长度的产品，误差斜度也在5mm之内。

4) 碎边回收。

切边和碎边一体化设计，按照在切割输送段两侧，共两台，采用负压抽风输送原理。破碎颗粒适中，搭配物料输送风机可完成40~60米长距离的输送任务。碎边风机7.5/11KW，风力和压力经过测试，可以完成需求，也一定程度上控制了进风对集棉机内部风的影响。

● 碎边风机的风量和风压控制不好，容易对集棉机内风造成影响，从而导致棉层不均匀，施胶不均匀的情况。

## 5) 裁条装置。

气动升降，一般配备三套切割轴及配件，一开二备。

包括锯片夹板，距离隔套等装配。

结构设计锯片采用 450mm 锯片，切割厚度 160mm 以下。

节省锯片成本。

- 暂时裁条装置只使用合金有齿锯片进行切割，岩棉上面暂时测试无法使用无齿锯片，即便可以使用，成本太高，基本无法接受。

- 收尘为主要存在的问题，现在基本配备为 120/160 平方布袋收尘器，进行切割收尘。

## 6) 剖板机。

根据需求来配备此设备。

原理和钢材下料机一样，切割锯片薄，切割后，切割棉类似于合金齿锯片切割面，主要用于高产量时生产低厚度低密度的产品所配套。

输送轮直径 800~1000mm，锯片长度 4.5~5.5 米，

**切割收尘：**

布袋除尘，120 平方，风机 22KW。

面积按照 120 平方设计，考虑到尘的密度低，机壳体积扩大了一倍。

做岩棉板为主，岩棉条为辅的生产线，布袋除尘够了，如果是大量生产岩棉条，布袋除尘需要配备二台切换使用，或者过滤面积增加一倍。

● **供方供货范围：**

1. 冷却输送段和切割输送段。
2. 碎边及破碎轮。
3. 纵切，伺服同步飞锯，连续斜式切割机，裁条切割机。
4. 布袋除尘器。
5. 冷却除尘间，格栅材料，角钢，钢丝网。
6. 收尘管道，软管。
7. 冷却风机，布袋除尘风机。

8. 配套电控。

● **需方负责范围：**

1. 冷却风机配套除尘房土建结构。

## 六、 自动堆板/条，热塑包装机。

### 6.1 自动堆板

自动堆板，条，二用，伺服控制，快速有效，故障低。节省人工。

根据地区分布和要求不同，配套天津中辰、邯郸理想和邯郸冠瑞包装机。

**6.2 自动热缩包装机。**成品输送段分为2节，单独自动控制及运行、向封口机输送。自动封口，进入热收缩室后输出。收缩输送机冷却段占总长的五分之三，装有2台冷却风扇。根据产品的密度，包装数量及速度任意调整。热风收缩室的温度自动控制和调整。供热燃料：电、天然气或焦炭。

(18年)

自动堆板机和热塑包装机，市场格局已定，经过13~15年三年的断代，包装机这一块产品直接采用全部配套外采形式来供货。天津中辰，邯郸理想/冠瑞。

现在的市场板条毡共同生产，板条为主要产品，一般选用板条双用自动码堆机器。

2~3吨的成品产量，采用标准型机器，单堆板单热塑机器。

3~5吨的成品产量，采用双堆板单热塑的机器，或者双堆板双热塑机器。

● **供方供货范围：**

1. 自动堆板机。
2. 自动热塑包装机。
3. 配套电控。
4. 配套下负载电线电缆。

● **需方负责范围：**

1. 无。



## 七、 制胶设备。

### 水溶性酚醛树脂胶。

生产设备分为 3 种型号。反应釜容积 1 立方，1.5 立方，2 立方。反应釜上料采用全封闭式管道输送，反应过程中产生的气体通过冷凝器收集，返回反应釜内，达到零排放。此生产原理和结构，改善车间的工作环境，达到了环保的要求。制胶车间的生产供热由熔化炉的循环水供热。

2016 年开始，不允许厂家自行制胶，后期不配套整套设备。

- **供方供货范围：**

1. 已经划到离心机供货范围内。

- **需方负责范围：**

1. 已经划到离心机供货范围内。

## 八、 自动化生产线电器控制系统。

自动化控制系统的设计理念是，内在复杂，外表操作简单，容易维护，对于维护人员技术要求低，最大的有利于长期稳定 24 小时运行为指导方向。

**变频改造：**本年度完成对整体设备的变频改造，从电磁调速电机搭配调速电机同步控制器同步控制，改造为变频电机搭配 PLC 程控同步控制。

优点：控制更精确。

相对节电 20~30%。

调速电机同步控制采用串联信号传送，错误一个，整体后面全部错误。纠错需要逐级检测。PLC 程控同步控制采用并联型号传送，错误一个，无需检测，直接根据纠错信息维修即可。

&非传动电机超过 7.5KW 即使用变频启动及控制。

&传动电机全部使用变频启动及控制。

&离心机电机全部使用变频启动及控制。

**控制部分主要分为几段：**

1) 熔化设备、除尘脱硫系统、离心机。

变频器启动装置，数显式温度计，水位高度自动控制器。

2) 产棉及输送段，摆锤铺棉机中心控制室控制。

屏显式同步控制触摸屏，PLC 编程控制，变频器启动装置。

3) 打压/固化/切割，板线中心控制室：

屏显式同步控制触摸屏，PLC 编程控制，变频器启动装置，侧长传感器，升降控制器，切割机切换装置。

4) 板线热固化供风系统。

变频器启动装置。装配有数显式温度自动控制仪，温度传感器，温度报警仪。

5) 施胶计量系统。

- &一般客户自行配备，监控系统，上料部分需要安置二个摄像头，一个对准进料口（用于观测料位），一个对准料斗运行最高位置（防止行程开关失灵后造成的事故）。

## 九、其他相关事宜。

### ● 供方供货范围：

1. 电控柜的下负载电路。

### ● 需方负责范围：

1. 电控柜的上负载电路，变压器到每一个电控柜的输入电路。
2. 电线电缆的地槽，线架。
3. 地面以下的水管，通风道（可能设计）。
4. 天然气降压装置及输入管道。
5. 风机水冷座的水箱和小水泵。
6. 所有管道的保温。
7. 现场的水，电费用。
8. 现场施工焊接等工具。
9. 现场施工工程的人工费，供方人员的食宿人工费用。
10. 负压房，熔化炉钢构，焚烧炉换热器钢构，及电控室的主体结构及配套的楼梯，门，窗户。

湘南岩®

**RWOOL®**

湘潭宏强机械制作有限公司

二〇一八年二月二十四日

Xiangtan HongQiang Machinery Manufacturing Co., Ltd.

技术/市场/业务 李斌 总经理 13873216394 15573295388

技术 周勇 工程师 13017321580

备件售后 张露 经理 18975230666

Tel: 0731-57111269

Fax: 0731-57808075

Email:21463434@qq.com

WWW.RWool.Com

---

Xiangtan HongQiang Machinery Manufacturing Co., Ltd

www.RWOOL.com

HeHua Road,TianYi Development zone,Xiangtan City,Hunan Province,

People's Republic of China(P.R.C).

Wechat: stbobl

eMail: 21463434@qq.com

AkiliRock@me.com

Tel: +86-0731-57111269

Fax: +86-0731-57808075

Cell: +86-15573295388

+86-13873216394

Name: Li Bin(Bob li)

# 单双股摆锤法 30K 岩棉自动生产线

环  
保  
流  
程  
详  
细  
介  
绍

湘潭宏强机械制作有限公司

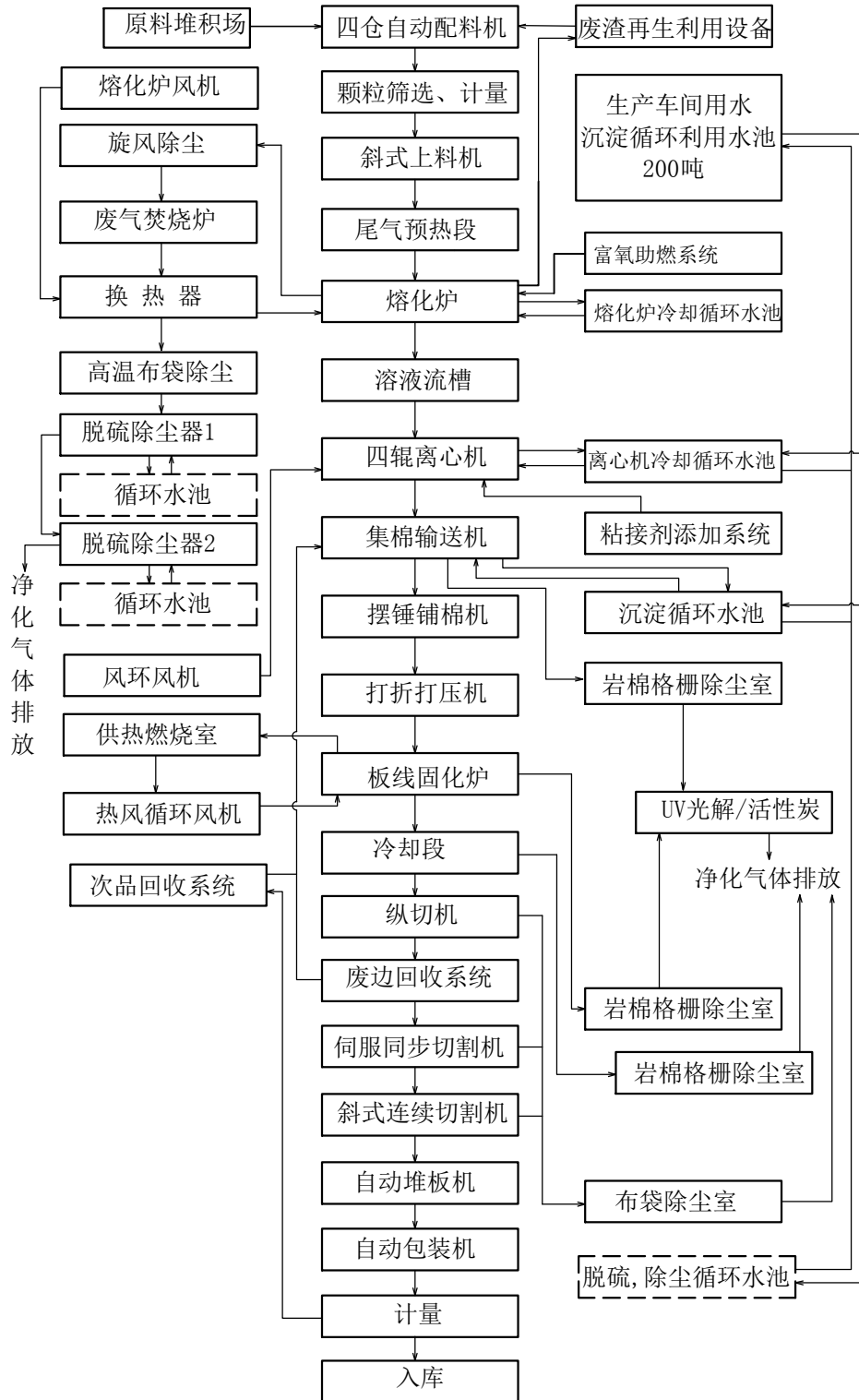
2018. 02. 24

# 目 录

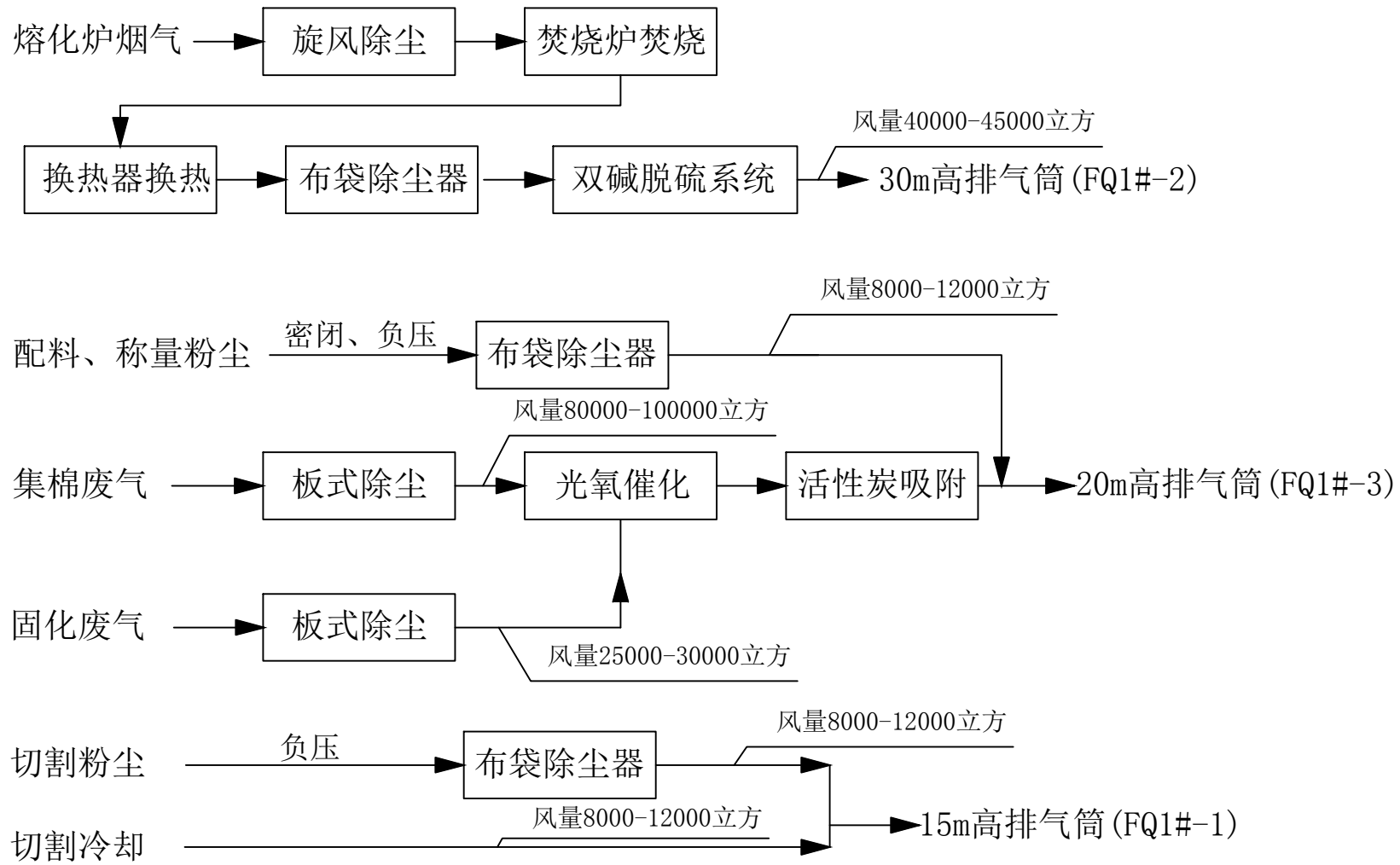
- 一、 设备运行流程图；
- 二、 环保处理方案流程图；
- 三、 熔化炉环保方案流程图；
- 四、 水循环利用示意图；
- 五、 环保设施介绍及参数。
  - 1. 排气口简介；
  - 2. 旋风除尘器；
  - 3. 焚烧炉及换热器；
  - 4. 高温和低温布袋除尘；
  - 5. 双碱法脱硫装置；
  - 6. UV 光解废气处理；活性炭废气处理；  
(2018) 湿式电除尘；
  - 7. 岩棉板格栅除尘；
  - 8. 水循环利用处理。

- 一、 设备运行流程图；
- 二、 环保处理方案流程图；
- 三、 熔化炉环保方案流程图；
- 四、 水循环利用示意图；

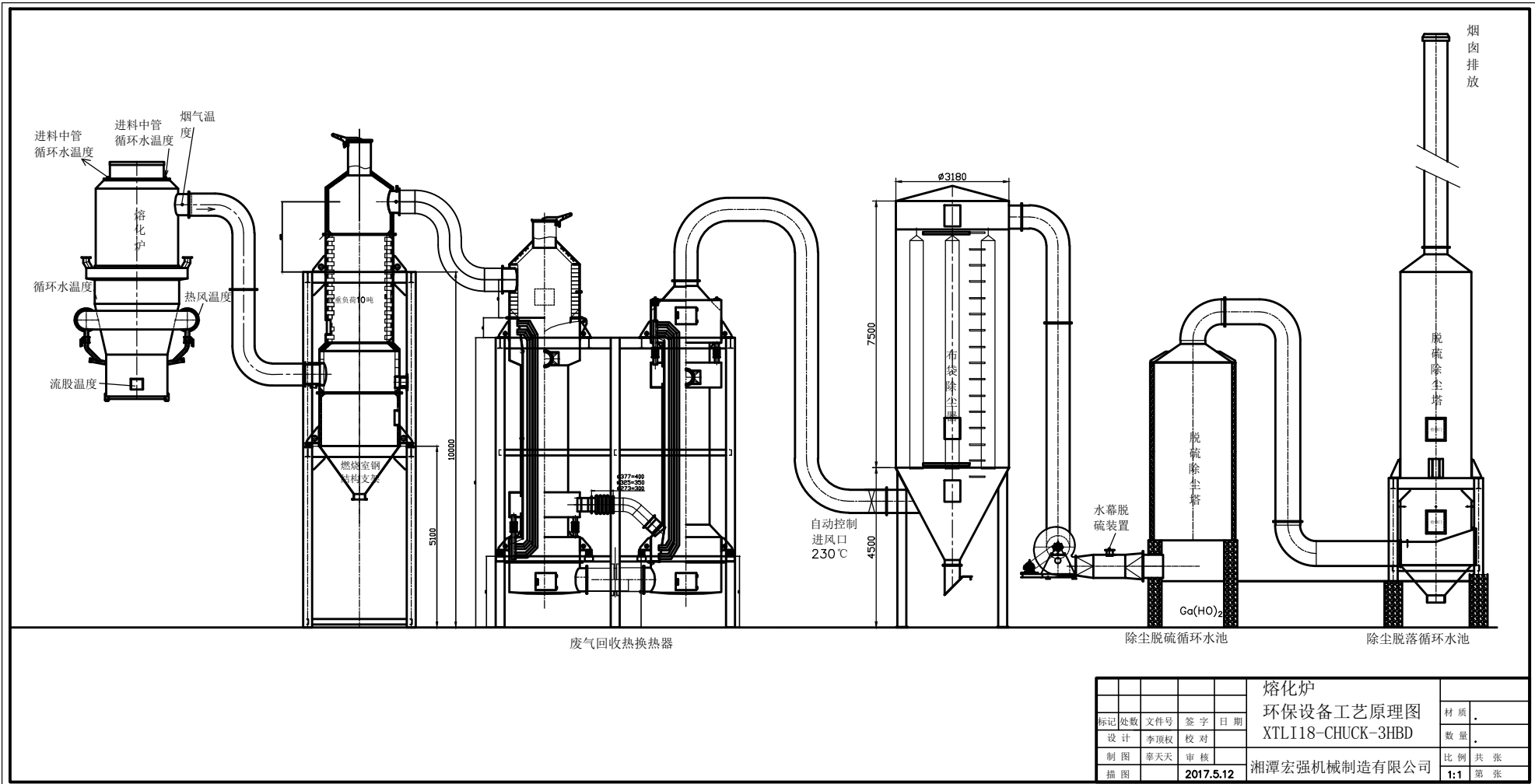
# 摆锤法岩棉板生产线工艺流程图



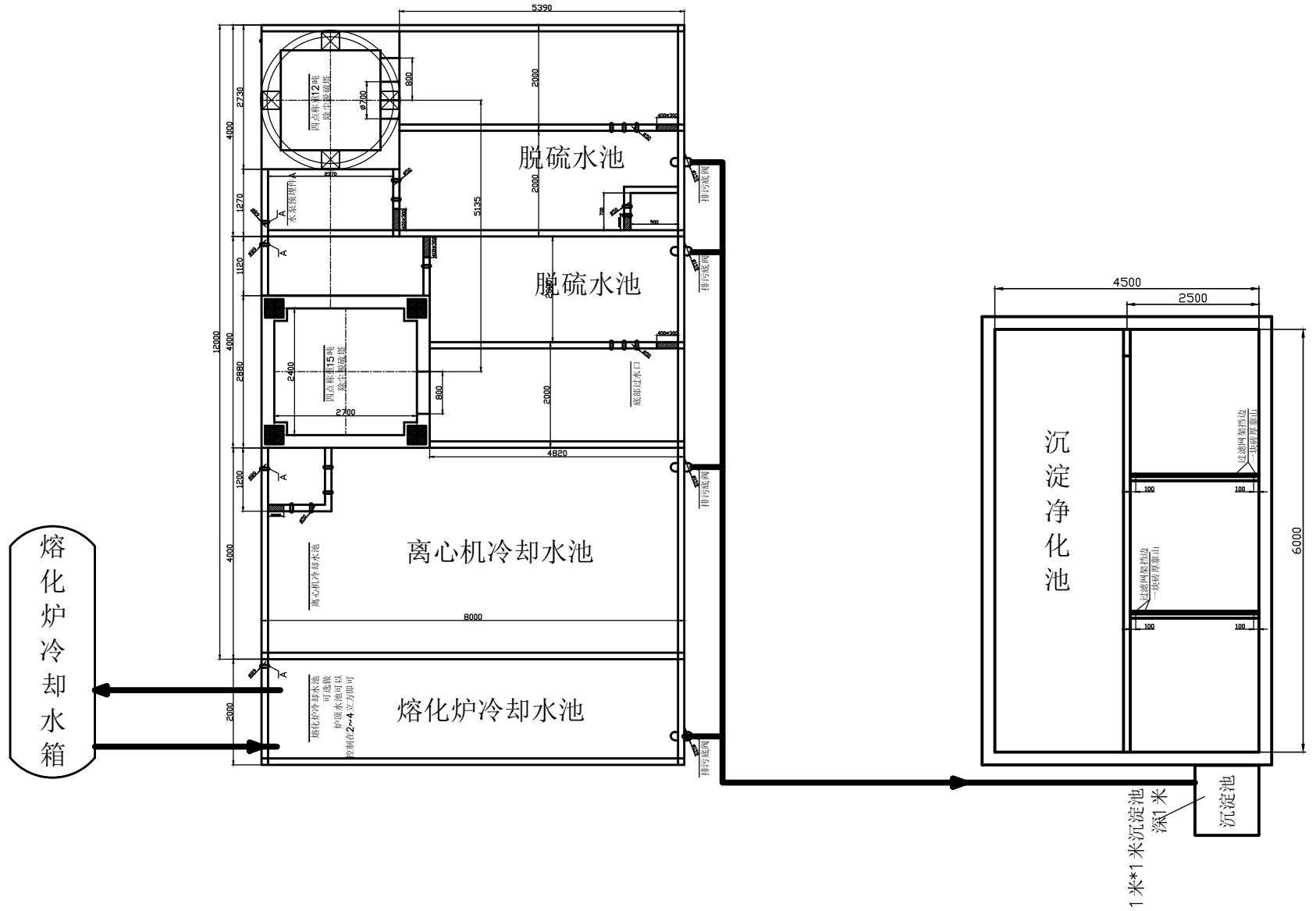
					环保设备工艺流程图	材质	.
标记	处数	文件号	签字	日期		数量	.
设计		李顶权	校对			比例	共 张
制图		辜天天	审核			1:1	第 张
描图				2017.10.12	湘潭宏强机械制造有限公司		







					熔化炉		
					环保设备工艺原理图		材质
					XTLI18-CHUCK-3HBD		数量
标记	处数	文件号	签字	日期			
设计		李顶权	校对				
制图		辜天天	审核				
绘图		2017.5.12			湘潭宏强机械制造有限公司		比例 共张
						1:1	第 张



					水循环工艺示意图 XTLI18-CHUCK-3  湘潭宏强机械制造有限公司	材质	.
标记	处数	文件号	签字	日期		数量	.
设计		李顶权	校对			比例	共张
制图		辜天天	审核			1:1	第张
描图				2017.5.12			

## 五、环保设施介绍及参数。

### 5.1 三个排气口安排：

1.1 烟囱 FQ1：直径 1 米，高度 30 米。

- a) 焦炭和矿石燃烧，产生的粉尘和硫。
- b) 排气风量 3 万立方/小时。

1.2 排气口 FQ2：直径 2 米，高度 20 米。

- a) 集棉机负压收尘，岩棉纤维，水分胶水，和可能含有或者含量极低的有机废气。
- b) 固化炉负压收尘，水分，和可能含有或者含量极低的有机废气。
- c) 配料收尘，原材料粉尘。
- d) 排气风量 8 万+1.5 万立方/小时。

1.3 排气口 FQ3：直径 1 米，高度 15 米。

- a) 冷却风机。
- b) 切割收尘，粉尘，切割粉尘。
- c) 排气风量 1.2+1.2 万立方/小时。

## 5.2 旋风除尘器；

旋风除尘器是利用旋转气流对粉尘产生离心力，使其从气流中分离出来，分离的最小颗粒直径可以 5~10 微米。

旋风除尘器的结构简单、紧凑、占地面积小、造价低、维护方便、可耐高温高压，并选用特高浓度（浓度 500g/立方米以上）的粉尘。器主要缺点是对微细粉尘（直径小于 5 微米）的效率不高。

设备规格：直径：2500~3000mm。

风量：500-28000 立方。

阻力：250-300pa。

除尘效率：小于 5 微米，5%，

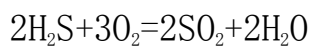
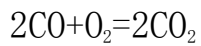
5-20 微米，50~80%，

15-40 微米，80-95%，

大于 40 微米，95~99。

### 5.3 焚烧炉及换热器；

熔化炉废气经过旋风除尘器除尘后，进入焚烧炉，经过 CO 的累积浓度，和少量的天然气一起燃烧，耐火砖烧红以后，持续燃烧。废气中的 CO 燃烧成 CO<sub>2</sub> 并放热，同时废气中少量的 H<sub>2</sub>S 燃烧成为 SO<sub>2</sub>，燃烧室的高温气体经过换热器将外界环境空气加热至 400~500 摄氏度，进入熔化炉的进风风环，达到熔化炉废气余热能量回收的目的。



熔化炉废气：流量 15000-20000 立方米，温度 200-350 度。

废气：

焚烧室入口温度：250~400 度。

焚烧室室内温度：750~1000 度。

换热器内温度：750~300 度。

换热器出口温度：200~300 度。

熔化炉进气：

入口温度 20~40 度。

出口温度 250~450 度。

#### 5.4 布袋除尘器；

袋式除尘器是利用过滤介质制成袋状或筒状过滤元件来捕集含尘气体中粉尘的除尘设备。袋式除尘器的除尘性能不受尘源的粉尘浓度和气体量的影响。捕集对象的粉尘颗粒超过 0.2 微米，捕集效率一般可达 99%，颗粒在 1 微米以上的，捕集效率几乎达到 100%。因此，出口气体的粉尘浓度达到国家规定的排放标准，或更低。

熔化炉用高温布袋除尘器：

面积：650 平方。

风量：35000 立方；阻力：2000Pa。

切割用低温布袋除尘：

面积：120 平方。

风量：15000 立方了；阻力 1000Pa。

除尘效率：

高于 0.2 微米，99%；

高于 1.0 微米，接近 100%。

##### 5.4.1 高温布袋详细参数表：

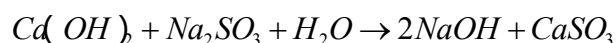
序号	名称	单位	参数
1	处理风量	m <sup>3</sup> /h	≤40000~45000
2	过滤面积	m <sup>2</sup>	576
3	入口含尘浓度	g/Nm <sup>3</sup>	≤30
4	出口含尘浓度	mg/Nm <sup>3</sup>	≤50
5	滤袋规格	mm	Φ130×2450
6	滤袋数量	条	576
7	室数	个	6
9	滤袋材质	耐高温复合材质	
10	总过滤风速	m/min	≤1.3
11	设备阻力	Pa	≤1500
12	进气温度	℃	≤180
13	漏风率	%	≤2
14	脉冲阀规格	个	2.5" 淹没式
15	脉冲阀数量	个	14
16	设备耐压	Pa	-6000
17	喷吹时间	sec	0.15
18	喷吹间隔时间	sec	0~20 可调
19	清灰压缩空气压力	MPa	0.2~0.5
20	压缩空气供气量	Nm <sup>3</sup> /min	3
21	清灰方式		脉冲清灰
22	壳体及灰斗材质		Q235
23	灰斗支架高度	mm	

## 5.5 双碱法脱硫装置；

双碱法脱硫属于湿法脱硫，采用液体吸收剂如海水或者各种碱的水溶液洗涤含有 SO<sub>2</sub> 的烟气，通过吸收除去其中的 SO<sub>2</sub>。湿法脱硫技术发展成熟，所用的设备比较简单，操作容易，脱硫效率高。

双碱法烟气脱硫技术是利用氢氧化钠溶液作为启动脱硫剂，配置好的氢氧化钠溶液进入脱硫塔脱除烟气中的 SO<sub>2</sub> 来达到烟气脱硫的目的。脱硫产物经脱硫剂再生池还原成氢氧化钠后循环使用。

主要吸收剂：Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>，NaOH。



烟气经换热降温至 200℃ 以下，经烟道从塔底进入脱硫塔。在脱硫塔内布置若干层数十支喷嘴，喷出细微液滴雾化均布于脱硫塔溶积内，烟气与喷淋脱硫液进行充分汽液混合接触，使烟气中 SO<sub>2</sub> 和灰尘被脱硫液充分吸收、反应，达到除尘除 SO<sub>2</sub> 的目的，喷淋系统脱硫液与烟气的液气比为 1.0-2.0L/m<sup>3</sup>。

脱硫循环液经塔内气液接触去除 SO<sub>2</sub> 后，经塔底管道流入沉淀池沉淀灰尘，清液经上部溢进入反应再生池，在池内与石灰乳液制备槽引来的石灰乳发生再生反应。再生液流入泵前循环槽补入 NaOH，再泵入脱硫塔顶脱除 SO<sub>2</sub> 循环使用。

脱硫效率：高于 90%。



### 5.5.1 双碱脱硫详细参数表:

1. 处理风量:  $40000\sim 45000\text{m}^3/\text{h}$ ;
2. 工艺设计烟温:  $150^\circ\text{C}$
3. 吸收装置出口温度:  $>60^\circ\text{C}$
4. 吸收装置总压损:  $<1200\text{Pa}$
5. 化学当量比  $\text{NaOH}/\text{SO}_2 < 2.1:1$
6.  $\text{SO}_2$  吸收效率:  $\geq 80\%$
7.  $\text{SO}_2$  出口浓度  $< 200\text{mg}/\text{Nm}^3$ ,
8. 装置与锅炉同步利用率:  $\geq 98\%$
9. 进风口截面积:  $0.86\text{m}^2$ ;
10. 出风口截面积:  $1.087\text{m}^2$  (设备出口面积)
11. 进口风速:  $14.5\text{m}/\text{s}$
12. 出口风速:  $11.5\text{m}/\text{s}$ 
  - a) 外型轮廓尺寸:  $\phi 2.6 \times$  高 9 米;
13. 集中喷淋塔喷淋层数: 3 层
14. 集中喷淋塔喷淋层间距: 1.2m
15. 喷嘴型式: 螺旋实心式喷淋
16. 液气比:  $1.4\sim 1.8\text{L}/1\text{Nm}^3$

## 5.6 (2018) UV+活性炭，改湿式电除尘。

主要用于熔化炉，集棉机，固化炉废气的达标排放。

### UV+活性炭：

在废气的有机废气处理方面，应用过一段时间，优点就是造价低，但是长期使用并不适合，逐步不采纳。

### 湿式电除尘：

此项技术已经是很成熟的技术了，但是在岩棉上面的应用 17 年才开始，18 年才逐步推广。主要的阻力是投资额度大，原来湿电除尘的配套的项目往往都是几亿元投资项目上使用，单湿电投资也在 400 万的以上。

17 年之前除了国外投资厂家和上市企业有资金实力来投资，其他企业涉足较少。进入 17 年后，由于市场需求上升，销售和利润都提高，可以说比较丰厚。国家环保要求提高和企业环保意识的逐步培养，逐渐的中小型企业也开始投资湿电除尘。

17 年开始制作提供湿电除尘的配套厂家也逐步增多，从最开始的 300 以上的投资，降低到现在的 200 万以下的投资额。

经过近二年的市场变化，现在岩棉厂家起步投资额度较高，对于环保设备的接受程度提高，湿电逐步会成为设备的标配设备，实现废气排放的完全达标。

详细后面单独章节介绍“湿式电除尘”。

## 5.7 岩棉格栅除尘。

利用 60~90kg/立方米密度，50mm 厚度的岩棉板，用于过滤粉尘，岩棉纤维，吸附水分及胶水。过滤效果和布袋除尘类似，但是负压气体中含有水分和胶，布袋除尘无法长期使用。

过滤面积 50~80 平方/1 万立方流量，使用 3~6 个月后，通过更新岩棉板来更新岩棉板的过滤效果，拆卸下来的岩棉板，通过粉碎回集棉机或者粉碎打块固化回炉熔化使用。

除尘效率：粉尘和岩棉纤维，99%。

## 5.8 水循环利用处理。

整个生产线无污水外排放。

离心机循环水池，循环使用。

熔化炉循环水池，循环使用。

脱硫水池，水，通过反应和还原，循环使用。

集棉机清洗水池，经过对表面的岩棉纤维做收集后，循环使用。

建立集中沉淀水池，定期对循环水池及配套设备进行清理和沉淀处理，沉淀后的水循环使用。

湘潭宏强机械制造有限公司

2018. 5. 28

# 尾气治理湿电项目

# 湿式电除尘器 技术文件

2018年04月

## 1. 概述

### 1.1 湿式电除尘器的工作原理

阴极线在直流高电压的作用下①，将其周围气体电离②，使粉尘或雾滴粒子表面荷电③，荷电粒子在电场力的作用下向收尘极运动④，并沉积在收尘极上⑤，水流从集尘板顶端流下，在集尘板上形成一层均匀稳定的水膜⑥，将板上的颗粒带走⑦。因此，湿式电除尘器与干式ESP的除尘原理基本相同，都要经历荷电、收集和清灰三个阶段，最大的区别在于清灰方式的不同，湿式电除尘器采用液体冲刷集尘极表面来进行清灰。其工作原理如图1。

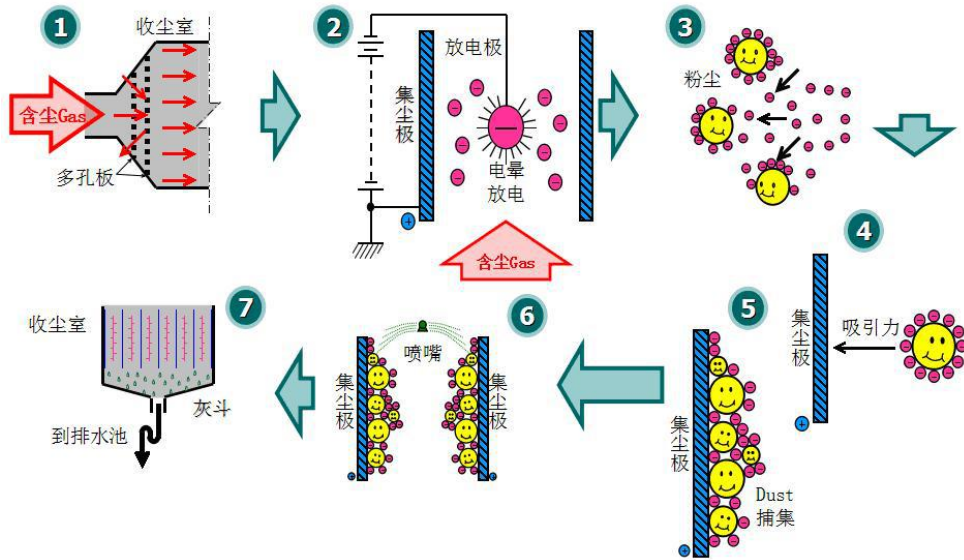


图1 湿电原理示意图

静电除尘器的除尘过程可分为四个阶段：气体的电离；粉尘获得离子而荷电；荷电粉尘向电极移动；将电极上的粉尘清除。

湿式静电除尘脱除的对象是粉尘和雾滴，但是由于雾滴与粉尘的物理特性存在差别，其工作原理也有所差异。由于水滴的存在，水的电阻相对较小，水滴与粉尘结合后，使得高比电的粉尘比电阻下降，因此湿式静电除尘的工作状态会更加稳定；另外由于湿式静电除尘器采用水流冲洗，没有振打装置，所以不会产生二次扬尘。

### 1.2 影响湿式静电除尘器除尘效率的主要因素

静电电压值、水量、粉尘浓度三因素对湿式静电除尘效率随着电压的升高、水量的增大、粉尘浓度的加大而上升。其中电压对除尘效率的影响最为显著，其次是水量，粉尘浓度

的影响最小。静电和水雾相结合可显著地提高了除尘效率。

### 1.3 湿式静电除尘中水的作用

湿式静电除尘器中的水主要以雾化的水滴存在，根据研究水雾对湿式电除尘的除尘效率的提高有一系列的影响，主要机理：

- 水滴可以保持放电极清洁，使电晕一直旺盛；雾粒击打在集尘极上形成薄而均匀的水膜，它可以阻止低比电阻粉尘的“二次飞扬”对高比电阻粉尘起到调质作用而防止了“反电晕”现象的发生；对粘滞性强的粉尘又可防止粘挂电极；它还适合于收集那些易燃、易爆的粉尘。
- 雾滴在集尘极上形成水流流下，使集尘极始终保持清洁，省去了振打装置，同时避免了干式除尘由于振打清灰带来的一系列问题。
- 锯齿线电极能产生很强的静电场，同时具有很好的电晕放电能力，静电和水雾协同作用，具有很高的除尘效率。

### 1.4 湿式静电除尘器与干式静电除尘器比较

干式静电除尘器与湿式静电除尘器比较表

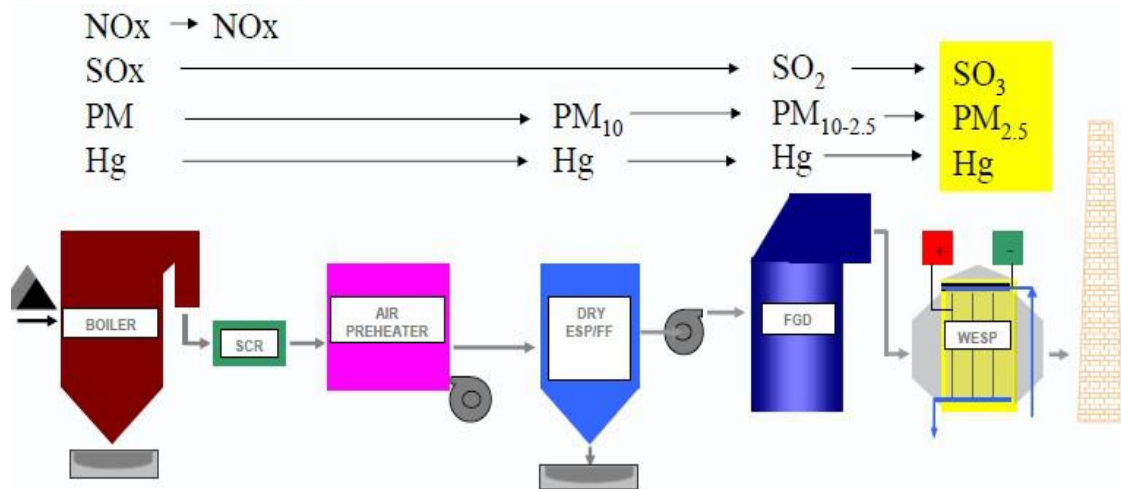
项目	湿式静电除尘	干式静电除尘
清灰方式	间歇喷淋水	机械振打
位置	脱硫塔后	空预器后
运行温度	~60℃	~150℃
湿度	饱和	非饱和
反电晕	无	高比电阻粉尘时严重
二次扬尘	无	低比电阻粉尘时严重
PM <sub>10</sub> 脱除	效率高	进入较少
PM <sub>2.5</sub> 脱除	效率高	效率一般
SO <sub>3</sub> 脱除	脱除效率高	无效果
重金属	效率高	效率低
废水处理	有	无

### 1.5 湿式静电除尘器对各种污染物去除能力

据国外相关文献表明，湿式静电除尘器对酸雾、有毒重金属以及 PM<sub>10</sub>，尤其是 PM<sub>2.5</sub> 的微细粉尘有良好的脱除效果。可以使用湿式静电除尘器来控制电厂的 SO<sub>3</sub> 酸雾，具有联合脱除的前景。根据国外湿式静电除尘器的研究和应用表明，在湿法脱硫系统后布置湿式电除尘器可以有效地去除烟气中的 PM<sub>2.5</sub> 粉尘、SO<sub>3</sub> 和汞及氧化物等污染物。

美国在 2000 年在 Bruce Mansfield 电厂的 2# 机组（835MW 燃用 3% 高硫煤）安装了一个试验性的湿式静电除尘装置（管式安装在 FGD 上部），以测试湿式电除尘对多种污染物的去除率。在 2003 年的试验表明，湿式静电除尘器在较高的烟气流速下对污染物的去除率都达到较高水平。

烟 气 流 量 (acfm)	烟 气 流 速 (m/s)	SO <sub>3</sub> 酸雾	粉尘	单质汞	氧化汞	化合汞
8000	3	88%	93%	36%	76%	67%
15000	4.5	65%	70%	26%	50%	67%

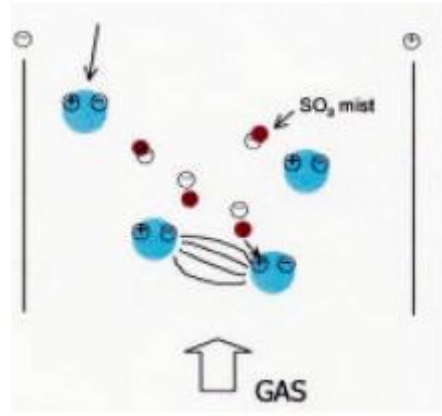


### 1.6 湿式静电除尘器对 PM2.5 和 SO<sub>3</sub> 的去除机理

在电除尘器中对粉尘颗粒有两种类型的荷电过程，对于直径大于 1 μm 的颗粒来说电场荷电是主要作用，颗粒碰撞沿电力线运动的负离子而带电，这时电压的强弱是影响这个过程的最主要因素。对直径小于 0.5 μm 的颗粒来说扩散荷电是主要作用，亚微米粒子在随机运动时与负离子碰撞而带电，注入的电流密度是影响扩散放电最重要的因素。湿式静电除尘中，因放电极被水浸润后，电子较易溢出，同时水雾被放电极尖端的强大电火花进一步击碎细化，使电场中存在加上大量带电雾滴，大大增加亚微米粒子碰撞带电的机率，而带电粒子在电场

中运动的速度是布朗运动的数十倍，这样就大幅度提高了亚微米粒子向集电极运行的速度，可以在较高的烟气流速下，捕获更多的微粒。

国外的研究表明，烟气中的  $\text{SO}_3$  在  $205^\circ\text{C}$  ( $400^\circ\text{F}$ ) 以下时，主要以  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的微液滴形式存在。其平均颗粒的直径在  $0.4\ \mu\text{m}$  以下，属于亚微米颗粒范畴。这也是干式静电除尘器和 FGD 对  $\text{SO}_3$  的去除率较低的主要原因。湿式静电除尘器对亚微米颗粒的高捕获率，可对  $\text{SO}_3$  的微液滴起相同作用。



因此湿式静电除尘能够高效地去除亚微米粒子，雾滴，小至  $0.01\ \mu\text{m}$  的微尘，去除效率根据运行的电场数不同一般都可达到 99.9 % 以上。

### 1.7 湿式静电除尘对石膏粉尘和液滴作用

国内已投运吸收塔的除雾器出口雾滴浓度设计为  $75\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，而运行时往往还高于设计值，造成吸收塔出口有大量的石膏液滴带出，针对湿式静电除尘器对石膏以及石膏液滴的去除机理，可以作如下分析：

在脱硫系统出口石膏是以  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  的液滴形式存在，经过除雾器后，其粒径基本上在  $20\ \mu\text{m}$  以下。液滴的脱除一般采用湿式除尘技术，而湿式静电除尘器的水喷淋作用可以近似看作为一个重力喷雾湿式除尘。

虽然没有实际的测试数据说明，但是根据电除尘和湿式除尘的机理，已能说明湿式静电除尘器可有效地除去烟气中石膏粉尘和石膏液滴。

根据电除尘的除尘效率计算公式（多依奇公式）

$$\eta = 1 - e^{-S\omega}$$

其中  $S$  为比集尘面积， $\omega$  是粉尘在电场中的理论驱进速度，理论驱进速度是直接反映粉尘在电晕场中运动的难易程度的指标，查阅相关资料得石膏粉尘的理论驱进速度为  $0.16\sim 0.2\text{m}/\text{s}$ ，煤粉炉灰的理论驱进速度为  $0.1\sim 0.14\text{m}/\text{s}$ ，当比集尘面积为  $10\text{m}^2/(\text{m}^3/\text{s})$  条件下，可计算出电场对石膏粉尘的除尘效率为 98%，煤灰为 96.4%。可看出在相同条件中，石



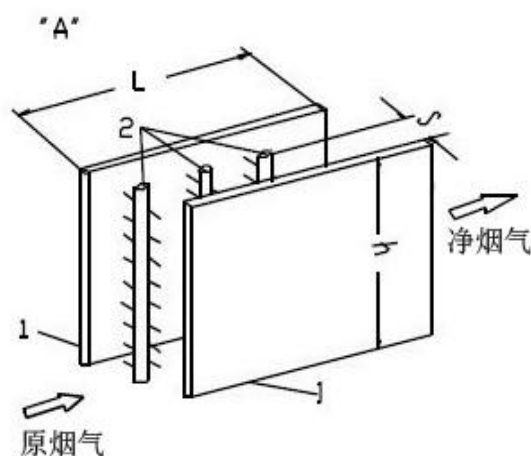
膏粉尘比煤灰更容易被捕获。因为湿式静电除尘工作原理与普通的电除尘相同，同时国外的相关资料也明确说明，这公式对湿式电除尘同样适用。因此湿式电除尘去除石膏粉尘效率要高于去除煤灰的效率。

目前国外研究和运行经验表明，1 电场湿式静电除尘器的除尘效率在 70%左右，2 电场的除尘效率在 90%以上，这样湿式静电除尘器除去石膏的效率应高于除去粉尘的效率。

## 2. 湿式静电除尘器的结构型式

湿式静电除尘器在结构上有管式和板式两种基本型式，如图 3 所示。管式静电除尘器的集尘极为多根并列的圆形或多边形金属管，放电极均布于极板之间，管状湿式静电除尘器只能用于处理垂直流烟气。板式静电除尘器的集尘极呈平板状，可获得良好的水膜形成的特性，极板间均布电晕线，板式湿式静电除尘器可用于处理水平流或垂直流烟气。

在相同的集尘面积时，管式静电除尘器内的烟气流速可以是设计为板式除尘器的两倍，因此在达到相同除尘效率时，管式除尘器的占地面积要远小于板式除尘器。



水平板式电除尘

- 1- 集尘极
- 2- 放电极



图3 板式和管式型式

## 2.1 布置方式

### 2.1.1 垂直烟气流独立布置

在化工和冶金行业应用的湿式静电除尘器一般为垂直烟气流独立布置，一般为模块化设计的管式设计，这种设计便于安装和维修。

### 2.2.2 水平烟气流独立布置

在美国的 AES Deepwater 电厂和日本的火力发电厂中湿式静电除尘器采用水平烟气流独立布置。

### 2.2.3 垂直烟气流与 WFGD 整体式布置

将湿式除尘器布置在吸收塔的上方替代后面的机械除雾器。加拿大 New Brunswick 电力公司的 Dalhousie 和 Coleson Cove 电厂对其 315MW 机组湿式石灰石-石膏脱硫系统的吸收塔除雾器进行了改造，采用 WESP 与 WFGD 整体式布置。



塔内整体布置

竖直净烟道顺流布置

水平净烟道错流布置

图 4 湿电不同的布置方式

## 2.2 组成

湿式电除尘器主要由湿式电除尘器本体、阳极系统、阴极系统、绝缘箱、冲洗水系统、热风系统、电控系统等组成。

### 2.2.1 壳体

湿电布置在塔外，采用碳钢内衬玻璃鳞片防腐，阳极大梁采用碳钢内衬玻璃鳞片防腐，考虑足够的承载力和结构性能。湿电进口配置多孔板或其他形式的均流装置，以便烟气均匀地流过电场。湿式电除尘器设置必要的人孔门，以便对内部构件进行检修。

### 1.3.2 阳极系统

阳极系统采用蜂窝式导电玻璃钢材质极板，采用模块化设计，考虑一定的结构性能，并便于安装和检修。阳极管的表面电阻率 $\leq 100 \Omega$ ，氧指数 $\geq 32$ ，阳极管的同心度 $\pm 4\text{mm}$ 、平行度的要求 $\pm 5\text{mm}$ 。



阳极模块

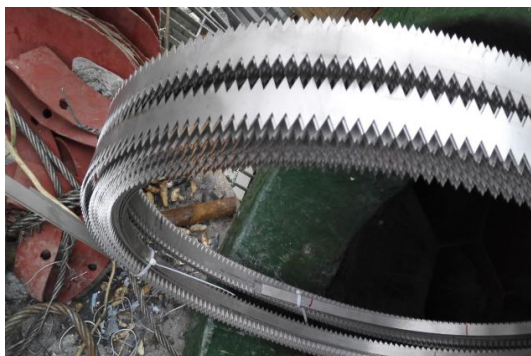


安装在塔内的状况

图 5 阳极示意图

### 2.2.3 阴极系统

阴极系统包括阴极电晕极线、上下固定框架和连接固定装置，其中阴极线可采用 2205 材质的刚性针刺线，降低了起晕电压，大幅提高了线电流密度，伏安特性优于市场普通芒刺。上下部均设固定点，防止烟气通过时摆动，满足高气速对阴极系统稳定性的特别要求。



2205 柔性阴极线



2205 刚性阴极线



柔性阴极线安装后



刚性阴极线安装后

图 6 阴极示意图

#### 2.2.4 绝缘箱

绝缘子室配套绝缘子电加热器或热风吹扫装置，以隔离湿烟气进入绝缘子内壁，避免绝缘子运行时的结露和积灰。绝缘箱外部采用硅酸铝纤维保温，保温性能好，保证绝缘子的绝缘性能。

#### 2.2.5 冲洗水系统

设冲洗水系统，定期去除湿电内部的积灰，避免内部结垢和腐蚀。采用分区冲洗，电动阀控制，冲洗水系统通常配套 1 个冲洗水箱、2 台冲洗水泵（1 用 1 备）及冲洗管道和喷嘴。内部冲洗管道及喷嘴选用耐腐蚀材质，方便拆卸清洗。喷嘴可选用螺旋/球形喷嘴等形式，喷嘴背压不低于 0.2MPa。

#### 2.2.6 电源及控制系统

电源系统采用单向工频/三相恒流源/高频/复合脉冲电源、隔离开关及连接电缆，电源含控制系统，电源配置高效火花控制程序，能够有效避免闪落拉弧现象。湿电数据可通过通讯方式上传至脱硫 DCS 系统，实现实时监控。

表 2 不同电源对比表

参数	单相工频	三相电源	高频电源	复合脉冲电源
----	------	------	------	--------

三相平衡	不平衡	平衡	平衡	平衡
峰值电压 (72kV 时)	大于 100kV	约 80kV	75kV	约 75kV (基础) 150kV (脉冲)
电源可靠性	高	高	中	高
电能利用率	<70%	约 90%	>90%	>90%
是否合适大功率	否	是	否	是
比电阻高的灰	适应	不适应	适应	适应
火花特性	火花冲击较大	火花冲击大	火花冲击小	火花冲击小
极线比电流 mA/m	0.4	0.9	0.9	1
除尘效率%	中	高	高	最高
投资	低	中	中	高

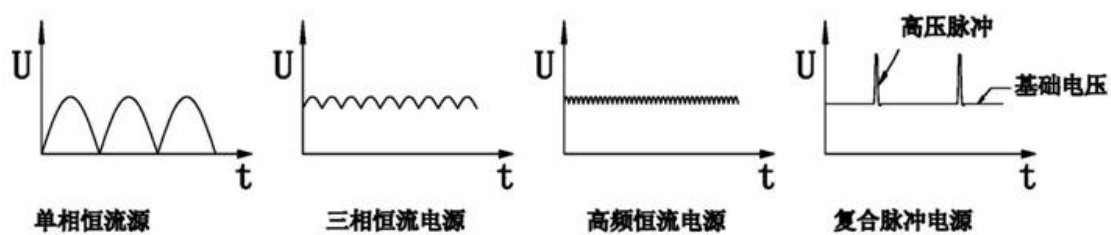


图 7 不同电源波形比较

湿式电除尘  
负压风+固化炉生产线 20 万风量  
冲天炉烟气 3 万风量  
技术方案

(碳钢+碳钢防腐)

收 件 人:

手 机:

电 话:

邮 箱:

发 件 人:

手 机:

联系电话:

邮 箱:

## 0 引言

随着国民经济的迅速发展，环境污染和生态破坏日趋严重，国家对大气质量控制越来越严，对除尘设备的性能和可靠性也提出了严格的要求。玻璃棉行业也同时出现了排放不达标的问题，但玻璃棉行业生产线负压风环节产生的烟气中含有很多的没有固化的胶粘剂和很大的水份，固化炉内排出的烟气同样也存在没有固化的胶粘剂，而且还有胶粘剂挥发出来有毒有味气体。所以我公司根据此行业的烟气特点，制定出了一系列的烟气治理方案，并且此方案在很多岩棉厂得到了应用同时受到了各位业主很好的好评。湿式静电除雾除尘器拥有捕集烟气中雾滴和微小尘粒的强大功能，尤其是对微细/黏性/高比电阻粉尘、气溶胶、细小的金属颗粒等有理想的捕集效果。在国内的化工、冶炼、建材等行业有着多年成功应用的业绩，在国外的燃煤电厂中也有近 30 年的应用历史。当前，燃煤机组仍是我国电力行业的主导发电装置，是我国大气污染的主要来源之一。随着国家对环保要求的进一步提高，人们对燃煤电厂、烧结机、锅炉烟气所排放的微小污染物、有机污染物、重金属的认识不断加深，对这些污染物捕集的呼声日益提高。目前，欧美已经制定了 PM2.5 的排放要求，我国将来肯定也要参照执行，因此开发应用于燃煤电厂、烧结机、锅炉的湿式静电除雾除尘器技术迫在眉睫。我根据多年，电除雾器在硫铁矿制酸、冶炼烟气制酸、钛白粉尾气处理、锂盐的尾气处理及制酸、化肥行业的尾气处理等的应用效果，应该在燃煤电厂、烧结机、锅炉的尾气深度净化采用湿式静电除雾除尘器，肯定能达到 PM2.5 的排放要求。

1-6 项采用汇集到一起集中处理的方案，采用岩棉生产线专用湿式静电除尘器独立的结构方式，本设备集中了水洗、喷淋、雾化和除尘为一体的特点，固化炉烟气含胶量比较大，所以另外为其增加强力水洗冷凝器用于洗涤含胶烟气。废水采用内循环或者采用外循环，定期清理回收物。大大提高了粉尘颗粒物的吸收效率。使出口排放指标更加精细化，更能达到国家的排放标准。固化炉烟气里面含有很大的胶化物，所以需要用水改变其性质，才能被很好的吸收和清理。此设备回收乐大量颗粒物从而使夹杂在颗粒物中的带气味的离子也得到了回收，收尘的同时内部释放出大量的臭氧，也会很大程度上对气味分子进行氧化，因此设备也具有一定的除味效果。

冲天炉烟气因为含有腐蚀性气体，所以单独采用小管径防腐型除尘器对其进行治理。

## 一、工作原理

负压风+固化炉烟气首先经过喷淋进行喷淋清洗并达到初步脱胶的目的, 经过水洗后的烟气再进入湿式静电除尘器, 湿式静电除雾除尘器由高压静电装置和电除雾器本体组成, 其工作原理与静电除尘器一样, 只是沉淀极采用管束结构, 每个沉淀极管对应 1 根阴极电晕线。工作时利用高压静电装置对架设在湿式静电除雾除尘器内的电晕线施加负的高压电, 从而在电晕线和沉淀极管之间形成不均匀的高压静电场并且两个电极是**同轴**布置的, 沉淀极管内各点的电场强度与该点和电晕线之间的距离成反比。在电场力的作用下, 整个沉淀极管内部都形成电晕区, 在电晕区内, 高浓度的负离子(电子)从电晕电极源源不断地向沉淀极管做定向运动从而形成电晕电流。当含有水雾及其他污染物的烟气进入沉淀极管时, 由于离子的碰撞和扩散, 水雾和污染物荷电, 然后在电场力的作用下迅速抵达沉淀极管的内壁并同时释放出电荷, 在沉淀极管内壁形成液膜, 液膜在重力作用下流到静电除雾器下部的集液槽中集中处理, 从而达到捕集烟气中雾滴和其它污染物的目的。湿式静电除雾除尘器的除尘除雾过程可概括为以下四个阶段: 气体的电离、尘雾等粒子的荷电、荷电尘雾粒子的沉集、集尘的清理。与静电除尘器相比, 岩棉生产线湿式静电除雾除尘器具有以下 4 项优点:

(1) 由于粉尘、树脂胶与水相互交融形成的雾滴具有良好的导电性, 因此, 能够收集静电除尘器不能收集的高比电阻的粉尘, 此设备最大的设计为既能处理掉树脂胶、又不能让树脂胶粘结在设备上, 所以能保证设备在此工况下稳定运行。

(2) 没有振打装置而采用单管单冲装置, 不存在二次飞扬问题, 也不存在传动装置容易出故障的问题。

(3) 能提供几倍于静电除尘器的电晕功率, 具有很高的除雾除尘效率, 尤其对于细小的粉尘颗粒、雾滴、气溶胶、金属颗粒、酸雾等具有很强的捕集能力。电极之间的电场  $E_x$  为半径方向, 其值为  $E_x = \frac{U}{x \ln \frac{R}{r}}$  式中:  $U$ : 施加在电极间的电压;  $R$ : 外部电极的半径;  $r$ : 内部电极的半径;

$x$ : 空间任一点离轴线的距离。

(4) 在采用微机控制电源和新型放电电极的情况下, 烟气中的粉尘颗粒、雾滴、气溶胶、金属颗粒、酸雾等在电场的驱进速度可以达到 0.1m/s 以上, 有的高达 0.19m/s。(本公司生产的新型放电电极经实践使用测得二次电晕电流大于 0.6mA/m。)



特别值得注意的是宽极距的湿式静电除雾除尘器，在提高除尘除雾效率，降低除尘除雾成本方面有很大的优势，同时也是解决电晕闭塞的方法之一，是目前湿式静电除雾除尘器发展的一个新趋势。

总之，岩棉生产线湿式静电除雾除尘器特点是除雾除尘效率高，最高可达到 95%，能捕集 1 $\mu$ m 左右的粒子，且压力损失小，一般为 0.2~0.5kPa，运行稳定。由于岩棉生产线湿式静电除雾除尘器里有液体介质存在且温度在露点以下，因此选材时必须考虑介质的耐高温耐腐蚀性。

## 电晕放电简介：

通常在自由空间中，由于宇宙辐射每立方厘米空气中大约有 1000 个自由电子存在，这些自由电子在电场的作用下会受到加速，撞击气体原子或分子。自由电子的加速程度随着电场强度的增大而增大，自由电子在撞击气体原子或分子前积累的能量随之增大。当电场强度达到气体电离的临界值时，自由电子在撞击前积累的能量，将足以从气体原子或分子撞出一个电子。此时在极线附近一个小范围内的空气就开始电离，出现了气体的非自持放电。继续升高电压，气体的电离将加剧形成电子崩，产生大量的电子和离子，并伴随着发出淡兰色的辉光和滋滋声。放电也就由非自持转变为自持放电，即**电晕放电**。

气体产生电离和发光的区域称为**电晕区**，在电晕区外面的区域称为电晕外区。在电晕区里，离子的产生主要靠电子在强场作用下形成的电子崩。电晕区中和电晕极极性相反的离子被吸引到电晕极，和电晕极极性相同的离子则被推向电晕外区。当电晕极为正极时，电子崩是从电晕边界开始向极线发展的。电子崩头部的自由电子将很快进入电晕极，留在电子崩后部的迁移率低的正离子可以起到扩大强场区的作用。当电晕极为负极时，由于电子崩是从极线表面开始向外发展的，靠近极线的是迁移率低的正离子，它可以把强场区限制在极线附近的较小范围内。所以正电晕的电晕区要比负电晕的大。**在负电晕时，电晕区可达 10~20mm；在正电晕时电晕区可达 100mm。**根据电源容量的大小，击穿可以表现为**弧光放电或火花放电**的形式。当电源容量足够大时，气体击穿后会有很大的放电电流流过，在电极间形成电弧称为弧光放电，如同电弧焊接时出现的情形一样，可以烧坏电极或供电设备。因此湿式静电除雾除尘器运行时应当尽量避免出现弧光放电。

如果电源容量较小，则气体击穿以后，放电电流会受到限制，使之不足以形成电弧，这时的放电就会停留在火花放电阶段。火花放电是一束明亮曲折常常又是分叉的细丝，这些细丝很快地穿过放电间隙，又很快地熄灭，熄灭后随即再度产生。火花放电的电流比弧光放电要小得

多，一般不会损坏电极，总之湿式静电除雾除尘器运行中要采取措施**控制把气体击穿**，若把气体击穿后的放电要限制在火花放电的范围内。在同一电压下负电晕的电晕电流就要比正电晕的大，同时正电晕火花放电通道的发展比负电晕容易得多，这样就容易发生击穿。即正电晕的临界击穿电压也比负电晕时的低，因此湿式静电除雾除尘器都采用负电晕。

### 电晕闭塞：

注意当烟气中含尘、酸雾浓度越高则二次电流越小。当烟气含尘雾浓度高到某种程度时，电场空间的负离子数量已不能满足大量尘雾粒子所需，因此尘雾所得的能量很低，（表现为它的驱进速度很低）捕集效率显著降低，就像电场被屏蔽，故称电晕闭塞。解决办法是采用宽极距的设计以提高电压、提高电场强度；采用新型的放电电极以及生产操作中采取降低烟气含尘雾的措施等。

### 电晕电极肥大：

气体电离产生的正离子被吸引回电晕电极的途中，烟气中有少量尘粒被它轰击而荷正电，便向负极性的电晕电极运动并沉积在极线上而形成。解决办法是提高运行电压和冲洗次数。

### 临界火花控制：

湿式静电除雾除尘器在需要防燃防爆的场合是不希望出现火花放电，在这种情况下可用无火花跟踪设备，利用电场发生闪络前的预兆信号，实现临界火花控制，使电场在不同的工况条件下，都能处于临界击穿状态，达到少火花或无火花运行的目的。

### 捕集效率和电气参数的关系：

由多依奇效率公式  $\eta = 1 - e^{-\frac{AV}{Q}}$  可知，在比集尘面积  $A/Q$  已定的条件下，决定湿式静电除雾除尘器效率的是尘粒子、酸雾的驱进速度  $V$ 。  $V = \frac{qE}{6\pi\mu a}$  在尘粒子、酸雾性质已定的情况下，粒子、酸雾的驱进速度取决于其的荷电量  $q$  和电场强度  $E$ 。而荷电量  $q$  又取决于电晕电流的大小，因为电晕电流将直接决定可供荷电的离子数量。因此供电时除尘除雾效率的影响可以归结为电压、电流、功率对其驱进速度的影响。湿式静电除尘除雾器的电晕电流可用每米长电晕电极的毫安数或每平方米集尘电极的毫安数表示，在实际工程中电晕电极的电流密度在  $0.2 \sim 0.8 \text{mA/m}$  的范围内，集尘电极的电流密度在  $0.16 \sim 1 \text{mA/m}^2$  的范围内。虽然加大电极间的运行电压，可以增大电晕电流，但是当粉尘过大而出现电晕阻塞现象或集尘极积尘过厚而出现反电晕时，即使

在高的运行电压下电晕电流也会下降到零。这种现象应尽量避免，为此本公司设计的湿式静电除尘除雾器采用单管单冲并且根据运行经验定期冲洗。另据电晕放电的伏安特性说明，在接近火花放电的范围内电晕电流将随电压的增加而迅速增加，随着电晕电流的增加，电晕功率也随之迅速增大。实践告诉我们峰值电压只要增加 1%，可使电晕电流增加 5%，而电晕功率则增加约 5.5%。所以峰值电压只要增加 1~2kv，可使捕集效率发生明显的增大，因此湿式静电除尘除雾器最好能工作在火花放电电压附近。为了防止频繁闪络乃至过度到拉弧，在供电特性设计时，常要求每次闪络后可控硅封锁 20~40ms。但是闪络封锁显然会影响到除尘除雾效率，理想的闪络封锁时间应该是随着电场火花强度的不同而自动跟踪，即电场有弱火花时不必封锁，中等火花时稍加封锁[例如(10~30)ms]，只有强烈闪络时封锁时间才超过 40ms。

### 德国多依奇静电除尘的科学理论：

使电晕极附近出现的单一粒可以在除尘中到达集尘电极而被捕集，相应的除尘器的管长 L 应为： $L = \frac{V}{\omega} R$ ；其中 V：烟气流速(m/s)； $\omega$ ：粒子在电场中的移动速度(m/s)；R：阳极管的半径(m)。

多依奇捕集效率公式：由多依奇效率公式  $\eta = 1 - e^{-\frac{AV}{Q}}$  其中 A：集尘极的集尘面积 (m<sup>2</sup>)；Q：烟气的流量(m<sup>3</sup>/s)；V：尘粒在电场中的移动速度(m/s)。通过多依奇的捕集效率公式得知：当烟气量一定时，捕集效率随收尘极长度 L 的增长按负指数曲线上升，当 L 增加到某一值后，捕集效率就上升得很慢了，所以过分增大阳极的长度是不经济的。对板式静电除尘器，当烟气量一定时，捕集效率与极板的间距(2b)无关；而对管式静电除尘器，当烟气量一定时，其捕集效率则会随管径(R)的增大而增大。具体分析如下：管式静电除尘器的比集尘面积为： $\frac{A}{Q} = \frac{2\pi RL}{\pi R^2 V} = \frac{2L}{RV}$ ；

$$\text{板式静电除雾器的比集尘面积为: } \frac{A}{Q} = \frac{2Lh}{2bhV} = \frac{L}{bV}$$

由多依奇公式反推出的各种工业粉尘的有效驱进速度(m/s)如下表：

名 称	平 均 值	范 围
锅炉飞灰	0.130	0.040~0.200
纸浆及造纸	0.075	0.065~0.100
硫酸	0.070	0.060~0.085

水泥(湿法)	0.110	0.090~0.120
熔炼炉	0.02	
平炉	0.050	
冲天炉	0.030	
高炉	0.110	0.060~0.140
氧化转炉		0.080~0.100
吹氧平炉		0.080~0.095
铁矿烧结		0.120~0.135
氧化锌、氧化铅	0.040	
氧化铝熟料	0.130	
石膏	0.195	
石灰石		0.030~0.055
焦油		0.080~0.230

据乌饶夫著《工业气体的电滤法净化》一书介绍知:湿式静电除尘除雾器,每米电晕极电流0.2mA/m时,酸雾粒子在电场内的移动速度 $\omega=0.0813\sim0.095$ (m/s)。

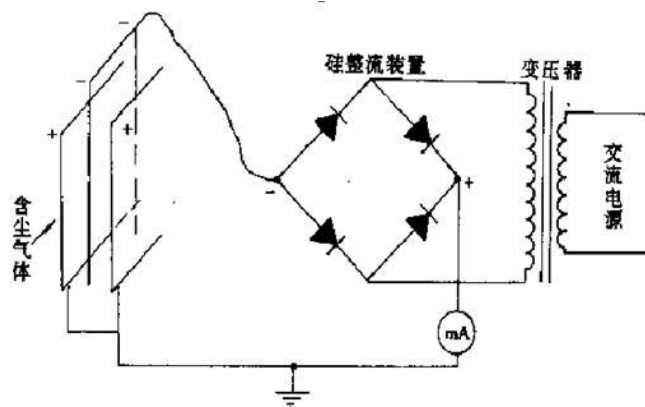
根据以上的理论知识,我们设计的湿式静电除尘除雾器可满足下列要求:

SO<sub>3</sub>酸雾去除率80%~95%;水雾去除率:≥73%;烟尘去除率:≥80%;排烟不透明度:≤10%;汞、砷去除率:70%~90%;进一步提高SO<sub>2</sub>的脱除率。

## 高压电源及其控制

### a、高压供电电源及其控制:

湿式静电除尘除雾器的高压电源由升压变压器经高压整流器整流后供给。高压直流的负极经阻尼电阻后用高压电缆送到湿式静电除尘除雾器上。阻尼电阻可缓冲瞬时火花放电的电流并起到抑制高频分量的作用。电源和可控硅之间还串有电抗器。电抗器的作用是改善电压波形,使之连续平滑,有利于获得较高的运行电压和电流;限制电流上升率,对瞬间电流变化起缓冲作用;抑制电网高次谐波,改善可控硅的工作条件。电抗器设若干个抽头,以便根据不同的高压负载电流进行换接。负载电流越大,电抗器应换接匝数越少的抽头,反之则应换接匝数多的抽头,使高压供电稳定运行。图高压供电电源的主回路原理图:



湿式静电除尘除雾器的高压电源由升压变压器经高压整流器整流后供给。高压直流的负极经阻尼电阻后用高压电缆送到湿式静电除尘除雾器上。阻尼电阻可缓冲瞬时火花放电的电流并起到抑制高频分量的作用。电源采用微机控制恒流高压电源即 L-C 电路电源，L-C 电源的恒流输出并不是指系统的输出电流恒定无法改变，而是档位一旦设定后电流不变，电流的大小是根据工况实际所需电晕电流大小而调整。再者，L-C 电源元器件明确简单，降低了故障率，现短路时也可以运行。

在调档后的正常运行中，电流与电压无关，电源能自行的抑制火花放电向击穿放电发展，一旦发送击穿放电，电源能随着电压的降低自行的降低供给功率，而不会出现过电流，从而在高压瞬态或持续短路发生时，避免了元器件烧毁。

实践证明，恒流源的功率因数在（0.9-1）之间，同时负荷的变化对其没有影响，相对于其他设备来说，显著降低了无功损耗。利用 L-C 电源代替可控硅电源，由于功率因数的提高，导致除尘效果也显著提高

## b、高压控制的组成

由高压控制柜、高压发生器和隔离开关柜组成；高压控制柜通过 PLC 来控制；高压发生器将高压柜的控制输出整流成直流电进入湿式静电除尘除雾器。

## c、低压控制系统：

低压控制柜集中控制

喷淋冲洗水阀

绝缘箱加热控制同时显示加热器的温度

热风清扫系统电加热炉加热控制同时也显示电炉的温度、热风清扫系统中风机的开停。

贵公司因为不涉及到含氧量的折算值，所以可以采用不用保温箱加热和热风加热的形式，另外贵公司有充足的热源，所以我们决定设计使用热源清扫的方式。这样能大大节省了运行中的使用成本。

### 冲洗系统：

由管道、喷嘴、阀门、水泵组成。

冲洗要求采用实心喷淋冲洗，冲洗装置安装在上气室内。

### 绝缘系统：

湿式静电除雾除尘器共设置 1 个电场，每个电场四台电绝缘箱，架设在顶部平台上，每个绝缘箱内装瓷瓶一只。

### 阴极系统系统：

由大梁、小梁、吊杆、阴极线、重锤、高压电源等组成。电晕电极为 2205 高效芒刺极线。为保证电晕线在沉淀管中心，且不受气体流动的干扰引起的位移，每根电晕线下部设置 6kg 重锤，上部固定在阴极小梁上，阴极小梁铺在阴极大梁上，大梁固定在瓷瓶上。

### 气体分布装置：

烟气由进气口进入湿式静电除尘器，由于截面积突然扩大，容易因涡流而造成整个截面积上的气体分布不均，所以就需要在下气室内设置气体分布装置。材质采用玻璃钢材质，通过开孔的大小及开孔率来达到气体分布的均匀，气流均布系数  $\sigma_r < 0.2$ 。

### 阳极系统：

阳极系统的收尘装置采用集束型，共分 4 组。具体见管束布置图，管子成蜂窝形排列，管子长度为 5000mm，组装好后，安装时通过其支撑法兰悬挂在壳体内部的阳极支撑大梁上。

## 二、设计与安装条件

### 1、设计原则

① 湿式静电除雾除尘器为喷淋收尘一体化设计，喷淋后烟气夹带的雾滴和其它微颗粒。湿式静电除雾除尘器除雾除尘效率不低于 80%(PM2.5 以上颗粒)。

② 湿式静电除雾除尘器的设计，保证其具有较高的可利用性和良好的去除液滴效果。

③ 湿式静电除雾除尘器的设计，考虑电场内烟气高流速下，确保其除雾效率的应对措施，如阴极系统的固定措施、高效电晕极线型式的选用等，避免电晕极线因高气速情况下出现摆动，导致其运行的二次电压电流出现波动，影响其除除尘除雾效率。

④ 湿式静电除雾除尘器设备，在正压或者负压下都能运行，设计时已考虑绝缘箱系统的绝缘保护措施，避免出现“污闪”现象，使绝缘子炸裂或产生裂纹，导致湿式静电除雾除尘器出现故障停运。

⑤ 设计特别要注意湿式静电除雾除尘器装置进口雾、微尘的浓度。湿式静电除雾除尘器冲洗系统应能够对湿式静电除雾除尘器阳极管进行大水量全面冲洗，不能有未冲洗到的表面。冲洗水的压力应进行监视和控制，冲洗水母管的布置应能使每个喷嘴基本运行在平均水压。

⑥ 湿式静电除雾除尘器内部通道的布置应适于维修时内部组件的安装和拆卸。

## 2、性能要求

- ① 设备性能满足设计及使用要求，产品结构设计紧凑、简单，检修维护方便。
- ② 根据介质，湿式静电除雾除尘器部件及冲洗水管与喷嘴均由耐腐蚀耐高温材料制成。
- ③ 供方应提供满足安装、调试、质保期内的所有备品备件及专用工具。
- ④ 需方应提供湿式静电除雾除尘器进口烟气的相关数据(与负荷有关)、供方应提供湿式静电除雾除尘器烟气出口相关理论数据及冲洗循环程序(冲洗间隔、冲洗时间、冲洗流量)的相关数据(与负荷有关)。湿式静电除雾除尘器冲洗用水为工艺水。
- ⑤ 供方应提供整个湿式静电除雾除尘器系统所必需的全套设备。
- ⑥ 供方应采取措施使所有烟气均不会产生烟气“逃逸”(即湿式静电除雾除尘器本体漏风率为零)。
- ⑦ 湿式静电除雾除尘器的设计充分考虑冲洗系统的设计和喷嘴的选择等对湿式静电除雾除尘器运行的影响(彻底解决阳极管和阴极线石膏结垢的问题)。
- ⑧ 喷嘴在设计中应具有良好的冲洗效果并考虑防堵措施，要确保整个湿式静电除雾除尘器阳极管内表面均能被冲洗到，喷嘴压力不小于 0.25MPa。
- ⑨ 为保证现场安装工作进行顺利，结构件在出厂前进行预组装工作以保证现场组装尺寸。

## 3、电气自控要求

对电气设备的基本要求：国产名牌

## 4、设备性能保证值

湿式静电除雾除尘器的主要保证值如下，但不限于此：保证在设计烟气流速下湿式静电除雾除尘器总压力损失不大于 0.5kPa(带气体分布装置时)。湿式静电除雾除尘器系统所有设备引起的压力降均应包括在内。

在 60%到 100%BMCR 工况下，保证湿式静电除雾除尘器除雾除尘效率大于 80%。

湿式静电除雾除尘器冲洗水采用大流量喷头间断冲洗。

湿式静电除雾除尘器应该在 FGD 装置没有停机清洁的情况下能连续运行 16000 小时。

供方应保证整体设备质保期为脱硫系统通过验收后 1 年，大修周期不低于 5 年。设计使用寿命为 15 年。在整个质保期内，非人为因素造成的设备损坏，应有供方及时免费更换。

## 5、固化炉+负压风湿式静电除雾除尘器技术指标

技术指标	单位	内容
生产厂家		
湿式静电除雾除尘器型号		<b>BWD300-530</b>
湿式静电除雾除尘器外形尺寸	m	见图纸
设计使用寿命	年	20年
无故障运行时间	h	16000
处理烟气量(工况) (Q)	m <sup>3</sup> /h	200000
电除雾器阳极管材料		碳钢（不锈钢或玻璃钢为选配）
氧指数		0
设计烟气温度	℃	≤100
进口含尘浓度	mg/m <sup>3</sup>	50
出口含尘浓度	mg/m <sup>3</sup>	10
进口含硫浓度	mg/m <sup>3</sup>	50
出口含硫浓度	mg/m <sup>3</sup>	40
最高允许烟气温度	℃	≤100
压力降	Pa	≤400
本体漏风率	%	2



气流分布均匀性	%	≥70%，湿式静电除雾除尘器进口加装气体分布装置。
布置位置		增湿除尘一体化安装
烟气流向		底进上出式
湿式静电除雾除尘器阳极管数量		530支
阳极管尺寸		内切圆300mm 正六边形 L=5000mm
临界流速	m/s	1.5
设计流速	m/s	1.6
湿式静电除雾除尘器阳极装置有效截面积	m <sup>2</sup>	~36
湿式静电除雾除尘器阳极收尘面积(A)	m <sup>2</sup>	~2514
湿式静电除雾除尘器雾滴去除效率	%	≥90
湿式静电除雾除尘器配用电源		80kv 2400mA 数量1套

## 6、固化炉+负压风湿式静电除雾除尘器部件一览表

序号	设备名称	型号规格	数量	备注
1	除尘除雾器本体	<b>BWD300-530</b>	1台	Q235
1.1	下气室		1套	Q235
1.2	上气室		1套	Q235
1.3	管束支撑装置	法兰	1套	Q235
1.4	气体分布板		1套	材质：玻璃钢
1.5	气体分布支撑		1套	Q235
1.6	阳极管喷淋系统		1套	PPR（含喷嘴）
1.7	阳极管喷淋水泵		1台	流量60m <sup>3</sup> /h，扬程40m
1.8	绝缘箱		4套	组合件
1.9	阴极系统		1套	
		大梁	1套	100×200×6空心方管，

		小梁	1套	Φ48×3mm管
		重锤	530个	聚乙烯
		重锤固定装置	4套	(压盘)玻璃钢
		高效芒刺极线	530根	2205
		电加热器	12件	2kw/件
		加热热电阻	4支	
2	低压控制柜	380V/200kw	1台	
3	变压器	80kv/2400mA	1台	
4	高压控制柜	80kv/2400mA	1台	

### 三、设备运行费用。

#### 1、电费（年运行 8000h 计算）

本湿式除尘装置设计装机功率 300kw，运行平均电耗为 80kw 左右。（电费按 1 元/kwh）  
年总电费（每年按 300 天）：64 万元左右；

如果甲方提供热源，运行电耗在 66kw 左右。（电费按 1 元/kwh）年总电费（每年按 300 天）：52.8 万元左右；

#### 2、维护费年运行维护费 2.00 万元；

#### 3、年运行冲洗用水总费用；因为循环用水，费水量可忽略不计。

### 四、本湿式静电除尘器优点。

1、本湿式静电除尘器下气室重锤不需要拉紧装置，减少放电的隐患，并仍能保证阴极线不偏离阳极管中心。

2、气体分布板：材质采用玻璃钢，通过开孔的大小及开孔率来达到气体分布的均匀，气流均布系数  $\sigma_r < 0.2$ 。

3、阴极线：阴极线每米二次电流高，能使颗粒物荷电机率高，从而提高了收尘效率。

湿式静电除雾除尘器供货清单表

序号	设备名称	型号规格	数量	备注
1	喷淋系统		1套	PPR
2	电动球阀		4个	
3	喷嘴	4分	140个	316L
4	重锤固定架		4套	环氧树脂
5	重锤		530个	6Kg/个
6	视镜		8个	
7	均风板		2套	
8	填料		16m <sup>3</sup>	PP多面空心球
9	高效芒刺极线	20x1x5930	530根	2205
10	吊杆		8根	
11	瓷套	3366	8个	
12	瓷套盖		8个	
13	加热管		24个	
14	铂热电阻		8个	
15	带引线绝缘箱		2套	组合件
16	无引线绝缘箱		6套	组合件
17	绝缘箱加长管		8根	
18	低压控制柜	380V/180kw	1台	
20	恒流高压电源	80kv/1.8A	2套	
21	阳极管		1套	Q235
22	阳极管法兰		1套	Q235
24	阴极大梁	160*80*6	2套	Q235
25	阴极小梁	48*3	2套	Q235
26	喷淋填料支撑	80*60*4	1套	Q235
27	壳体钢结构		1套	Q235
28	阳极冲洗水泵	含附件	1台	50m <sup>3</sup> ，40m扬程

29	洗涤水泵	含附件	1 台	50m <sup>3</sup> ，30m 扬程
30	强力洗涤器	高温玻璃钢	1 台	
31	电缆桥架		1 套	
32	吊车费		1 套	
33	油漆		1 套	
34	防腐		1 套	
35	加工费		1 套	
36	运费		1 套	
	其他耗材等		1 套	

工程造价： ，此价格包含主体设备的制作安装。

进风烟道：甲方负责。

土建费用：甲方负责。

施工周期：合同生效后 60 天内调试完毕。

## 五、冲天炉烟气处理设备

### 1、冲天炉烟气处理设备设计技术指标

技术指标	单位	内容
生产厂家		
湿式静电除雾除尘器型号		BWD300-85
湿式静电除雾除尘器外形尺寸	m	见图纸
设计使用寿命	年	20年
无故障运行时间	h	16000
处理烟气量(工况)(Q)	m <sup>3</sup> /h	30000
电除雾器阳极管材料		CFRP
氧指数		≥30

设计烟气温度	°C	120
进口含尘浓度	mg/m <sup>3</sup>	50
出口含尘浓度	mg/m <sup>3</sup>	10
最高允许烟气温度	°C	≤120
压力降	Pa	≤500
本体漏风率	%	2
气流分布均匀性	%	≥70%
布置位置		脱硫塔下面单独安装
烟气流向		底进上出式
湿式静电除雾除尘器阳极管数量		85支
阳极管尺寸		内切圆300mm 正六边形 L=6000mm
临界流速	m/s	1.3
设计流速	m/s	1.25
湿式静电除雾除尘器阳极装置有效截面积	m <sup>2</sup>	~6.63
湿式静电除雾除尘器阳极收尘面积(A)	m <sup>2</sup>	~535
湿式静电除雾除尘器雾滴去除效率	%	≥85
湿式静电除雾除尘器配用电源		72kv 500mA 数量1套

## 2、冲天炉烟气处理设备部件一览表

序号	设备名称	型号规格	数量	备注
1	除尘除雾器本体	<b>BWD300-85</b>	1台	Q235+防腐
1.1	下气室		1套	Q235+防腐
1.2	上气室		1套	Q235+防腐
1.3	管束支撑装置		1套	Q235+防腐
1.4	气体分布板		1套	材质：环氧树脂
1.5	气体分布支撑装置		1套	Q235+防腐
1.6	阳极管喷淋系统		1套	PPR（含喷嘴）

1.7	阳极管喷淋水泵		1台	流量30m <sup>3</sup> /h, 扬程35m
1.8	绝缘箱		4套	组合件
1.9	阴极系统		1套	
		大梁	1套	60×120空心方管, 材质: 2205
		小梁	1套	Φ48mm管, 材质: 2205
		重锤	85个	
		重锤固定装置	1套	(压盘)
		高效芒刺极线	85根	2205
		电加热器	8件	2kw/件
		加热热电阻	4支	
		低温保护热电阻	4支	
2	低压控制柜	380V/30kw	1台	
3	变压器	72kv/500mA	1台	
4	高压控制柜	72kv/500mA	1台	

## 六、设备运行费用

### 1、电费（年运行 8000h 计算）

本湿式除尘装置设计装机功率 45kw, 运行平均电耗为 20kw 左右（不包括加热功率）。电费按 1 元/kwh, 年总电费: 16 万元左右;

### 2、维护费年运行维护费 1.00 万元;

### 3、年运行冲洗用水总费用;

因为循环用水, 费水量可忽略不计。

## 七、本湿式静电除尘器优点

1、本湿式静电除尘器下气室重锤不需要拉紧装置, 减少放电的隐患, 并仍能保证阴极线不偏离阳极管中心。

2、气体分布板：材质采用玻璃钢，通过开孔的大小及开孔率来达到气体分布的均匀，气流均布系数  $\sigma_r < 0.2$ 。

3、阴极线：阴极线每米二次电流高，能使颗粒物荷电机率高，从而提高了收尘效率。

#### 4、85管300湿电分项报价及供货清单表

序号	设备名称	型号规格	数量	备注
1	脱硫塔		1台	玻璃钢
2	阳极管喷淋系统		1套	材质:PPR, 含法兰连接件
3	喷嘴	4分	28个	30°
4	压盘		1套	重锤固定架
5	重锤		85个	6Kg/个
6	均风板		1套	
7	阳极管		85根	
8	阴极大梁	60x120	2根	2205
9	阴极小梁		11根	2205
10	高效芒刺极线	20x1x7550	85根	2205
11	瓷支柱	760型	4个	
12	加热管		8个	
13	铂热电阻		4个	
14	带引线绝缘箱		1套	组合件
15	无引线绝缘箱		3套	组合件
16	低压控制柜	380V/30kw	1台	
17	高压硅整流器	72kv/500mA	1套	
18	恒流源高压控制柜	72kv/500mA	1套	
19	电缆及桥架		1套	
20	本体钢结构		1套	$\delta = 3\text{mm}$
21	防腐		1套	
22	底部钢结构框架		1套	

23	进风烟道		1套	
24	出风烟囱		1套	利用原有
25	安装费			三口以内
26	运费			

推荐厂家：

布袋除尘，脱硫，电除尘，环保全系列产品。

- 山东瑞信环境科技有限公司      毕京洪 13573308860
- 襄阳九鼎昊天环保设备有限公司      赵永强 18686124188
- 河北环科除尘设备有限公司      杨利山 18631916038
- 湘潭万洁通风环保设备有限公司      何味璋 13574057137

（排名部分先后）



1000Kg成品生产成本预算空白表						1000Kg成品生产成本近期预算					
主流配方(25-30%玄武岩, 70%矿渣)						主流配方(25-30%玄武岩, 70%矿渣)					
名称	数量	单位	单价	单位	合计	名称	数量	单位	单价	单位	合计
高炉渣	920	kg		吨	0	高炉渣	920	kg	180	吨	165.6
玄武岩	380	kg		吨	0	玄武岩	380	kg	110	吨	41.8
焦炭	350	kg		吨	0	焦炭	350	kg	1250	吨	437.5
电	200			度	0	电	200		0.9	度	180
水	600	kg		吨	0	水	600	kg	1	吨	0.6
氧气	4	kg		吨	0	氧气	5	kg	4	吨	20
树脂胶	100	kg		吨	0	树脂胶	100	kg	3000	吨	300
煤炭	100	kg		吨	0	煤炭	100	kg		吨	0
或天然气	60	立方		立方	0	或天然气	60	立方	2.4	立方	144
机油				吨	4	机油				吨	4
憎水剂	1.2	kg		吨	18	憎水剂	1.2	kg		吨	18
热塑包装					160	热塑包装					160
补助材料					10	补助材料					10
维修费					10	维修费					10
人工工资	8人		150元/班.人		50	人工工资	8人	班	150元/班.人		50
			总计		252				总计		1541.5
一般经验, 理论计算值会高于实际值 这里所计算的是生产及配套人员成本, 未包括管理办公室人员成本						一般经验, 理论计算值会高于实际值 这里所计算的是生产及配套人员成本, 未包括管理办公室人员成本					

# 岩棉生产主要原材料

(一) 原材料化学成份 (%): The main raw material.

1. 高炉铁渣 Iron slag 。参考数据 Reference data 。

SiO <sub>2</sub>	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>
36.80	12.02	38.60	12.02		0.56			

2. 玄武岩 basalt, 参考数据 Reference data 。

SiO <sub>2</sub>	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>
49.90	12.37	5.97	2.99	7.71	8.51	0.95	3.47	2.94

(二) 补助材料化学成份 (%): Grants raw materials.

1. 白云石 dolomite, 参考数据 Reference data 。

SiO <sub>2</sub>	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>
0.17	0.38	31.32	21.03	0.44				

2. 纯石灰岩 pure limestone. 参考数据 Reference data 。

SiO <sub>2</sub>	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>
0.70	0.68	54.54	0.59					

山西地区原材料参考数据

	a	b	c	d	e
	矿渣1	矿渣2	玄武岩1	玄武岩2	矿渣3
氧化硅	32.99	33.27	47.84	36.37	39.48
氧化铝	16.01	16.27	18.02	18.89	11.06
氧化铁	1.67	1.43	14.04	14.71	7.93
氧化钙	40.59	39.24	9.19	20.41	33.65
氧化镁	6.6	6.39	6.02	7.02	5.36
百分比	97.86	96.6	95.11	97.4	97.48
	49	49.54	65.86	55.26	50.54
	48.86	47.06	29.25	42.14	46.94
酸度系数	1.00	1.05	2.25	1.31	1.08

e+d			d+c			e+c		
70%e+30%d	60%e+40%d		70%d+30%c	60%d+30%c		60%e+40%c	70%e+30%c	80%e+20#c
38.547	38.236		39.811	40.958		42.824	41.988	41.152
13.409	14.192		18.629	18.542		13.844	13.148	12.452
9.964	10.642		14.509	14.442		10.374	9.763	9.152
29.678	28.354		17.044	15.922		23.866	26.312	28.758
5.858	6.024		6.72	6.62		5.624	5.558	5.492
51.956	52.428		58.44	59.5		56.668	55.136	53.604
45.5	45.02		38.273	36.984		39.864	41.633	43.402
1.14	1.16		1.53	1.61		1.42	1.32	1.24

一般性的实际酸度系数比计算出来的酸度系数高0.1~0.2的数据。

# 制胶车间常配量具及原料计划

## 检测量具

Ph 值试纸	1 盒	试管大中小各	5 支
试管架	1 件	量筒 500mL 1000mL	各 1 支
球形容量瓶 1000mL	2 个	洗耳球	2 只
试管刷	3 件	金属秒表	1 只
天平 (500 克)	1 件	10 毫升滴管	2 支
检测用盐酸 500 毫升	1 瓶	蒸馏水 4 升	2 瓶
100Kg 磅秤	1 台	500Kg 磅秤	1 台
玻璃棒	1 支		
温度计 300 毫、500 毫米 (0°C-100°C)	各 1 支		
台秤: 50kg	一台		
地磅 1000kg	一台		

## 树脂胶主要原料 (10 吨树脂胶原材料)

苯酚 2000kg      甲醛 5200kg      氢氧化钡或烧碱 310kg (100kg )  
尿素 1300kg      硫酸 59kg      氨水 100 kg (备用)  
磷酸三钠 150kg (清洗冲天炉和循环水池, 每次加 50kg, 蒸煮 24 小时熔化炉底阀排放)

## 岩棉制品原材料

矿渣    粒度    60-100  
玄武岩    粒度    40-60  
石灰石    粒度    40-60  
焦炭    粒度 80-120 (冶金焦、含炭量 86% 以上、热量 7000 大卡以上)

## 产品成形添加材料 (仅供参考)

- 1、憎水剂 (有机硅憎水剂, 可以直接混合在胶中)  
    国产的  
    进口瓦克
- 2、偶联剂 KH-550 (板结构性能加强)

胶配比: 100kg 胶配 0.4kg 偶联剂、4kg 憎水剂  
胶水比例: 1:2.5~1:3.5

## 炉前操作工具: (仅供参考)

- \*、 $\phi$ 16流股口通孔钢钎长2米    3根    \*、 $\phi$ 35钢钎长1.5米: 2根
- \*、 $\phi$ 25钢钎长0.6米                2根    \*、大锤: 16磅1把 10磅1把
- \*、斗车 3辆    \*、钢铲 若干把    \*、钢钎冷却水箱 半个铁皮油桶
- \*、耐火泥桶 半个铁皮油桶        \*、铁水冷却盆700\*500\*150mm    1个

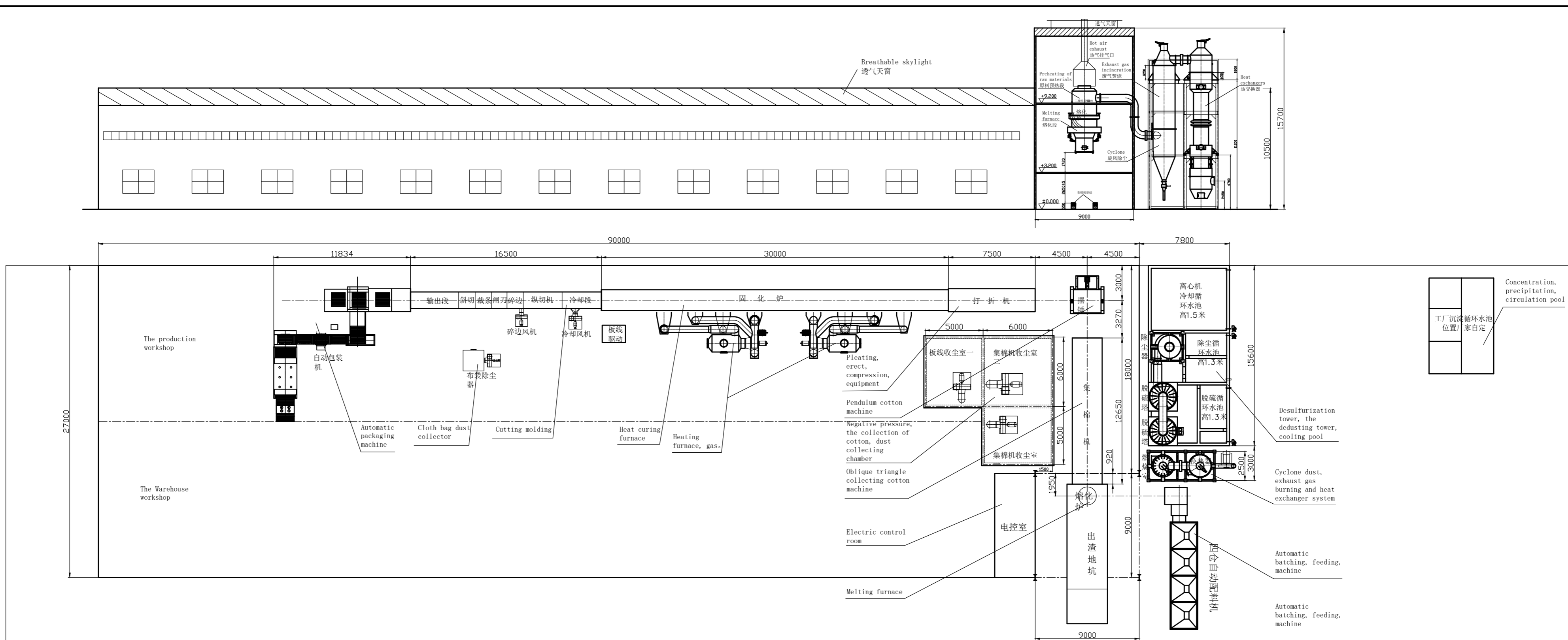
# 冶金焦炭国标

指标			等级	粒度/mm		
				>40	>25	25~40
灰分/Ad, %			一级	≤12.0		
			二级	≤13.5		
			三级	≤15.0		
硫分/St, d%			一级	≤0.60		
			二级	≤0.80		
			三级	≤1.00		
机械强度	抗碎强度	M25, %	一级	≥92.0		按供需双方协议
			二级	≥88.0		
			三级	≥83.0		
		M40, %	一级	≥80.0		
			二级	≥76.0		
			三级	≥72.0		
	耐磨强度	M10, %	一级	M <sub>25时</sub> : ≤7.0; M <sub>40时</sub> : ≤7.5		
			二级	≤8.5		
			三级	≤10.5		
反应性 CRI/%			一级	≤30		--
			二级	≤35		
			三级	--		
反应后强度 CRI/%			一级	≥55		
			二级	≥50		
			三级	--		
挥发分/Vdaf, %				≤1.8		
水分/Mt, %				4.0±1.0	5.0±2.0	≤12.0
焦末含量/%				≤4.0	≤5.0	≤12.0

注：百分号为质量分数。

制作焦炭简要流程：

1/3 焦煤	占 55%左右	破碎	入炉 (20 至 22 小时, 1000 度左右碳化)	成焦 (凉焦台熄焦)	筛焦 入仓
气煤					
肥煤	10%左右 (粘结作用)				
焦煤 (主焦煤)	10~15% (对焦炭起主导作用)				
贫瘦煤	10% (影响焦炭密实度)				



- 人员配备: (8人以下)
1. 原料场工人, 铲车。
  2. 电控室工人, 控制熔化炉, 控制离心机, 控制配料。
  3. 供热炉工人, 如果使用煤供热。天然气不需要。
  - 4~6, 包装, 入库。
  7. 整体电控控制, 机械维修。
  8. 制作胶水工人, 如果需要制作。

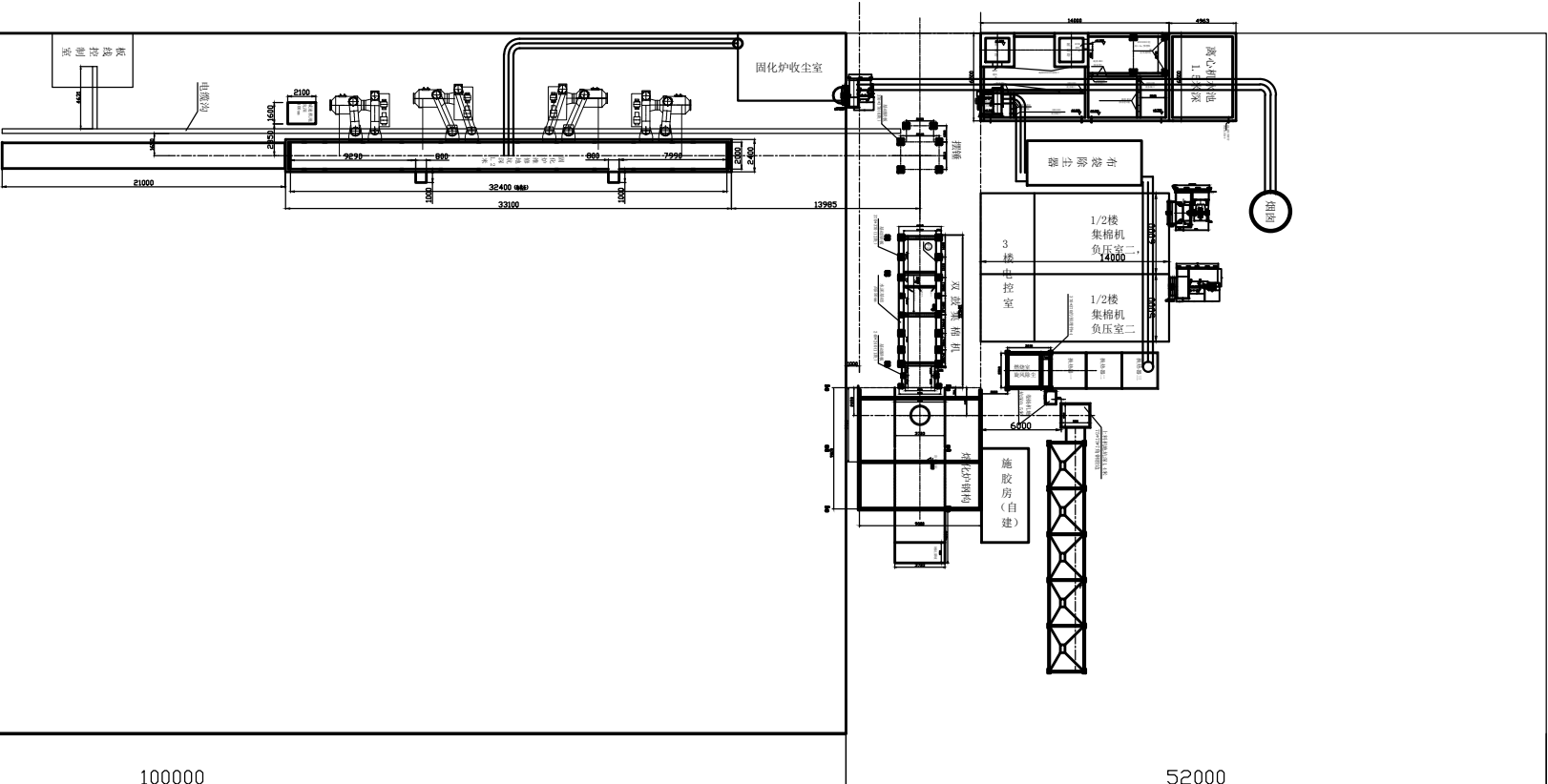
- Staffing: (8 worker or less)
1. Raw materials field workers, forklift truck.
  2. Electrical control room workers, control the melting furnace, control centrifuge, control the ingredients.
  3. The heating furnace workers, if use coal heating. Natural gas does not need to.
  - 4 ~ 6, packaging, warehousing.
  7. The overall electronic control, mechanical maintenance.
  8. Make glue worker, if you need to make.

instructions:  
 The melting furnace workshop, 15 meters high.  
 Collecting cotton machine, workshop, up from 8 m. More than 9 m best.  
 The rest of the workshop, above 6 meters. More than 8 m best.

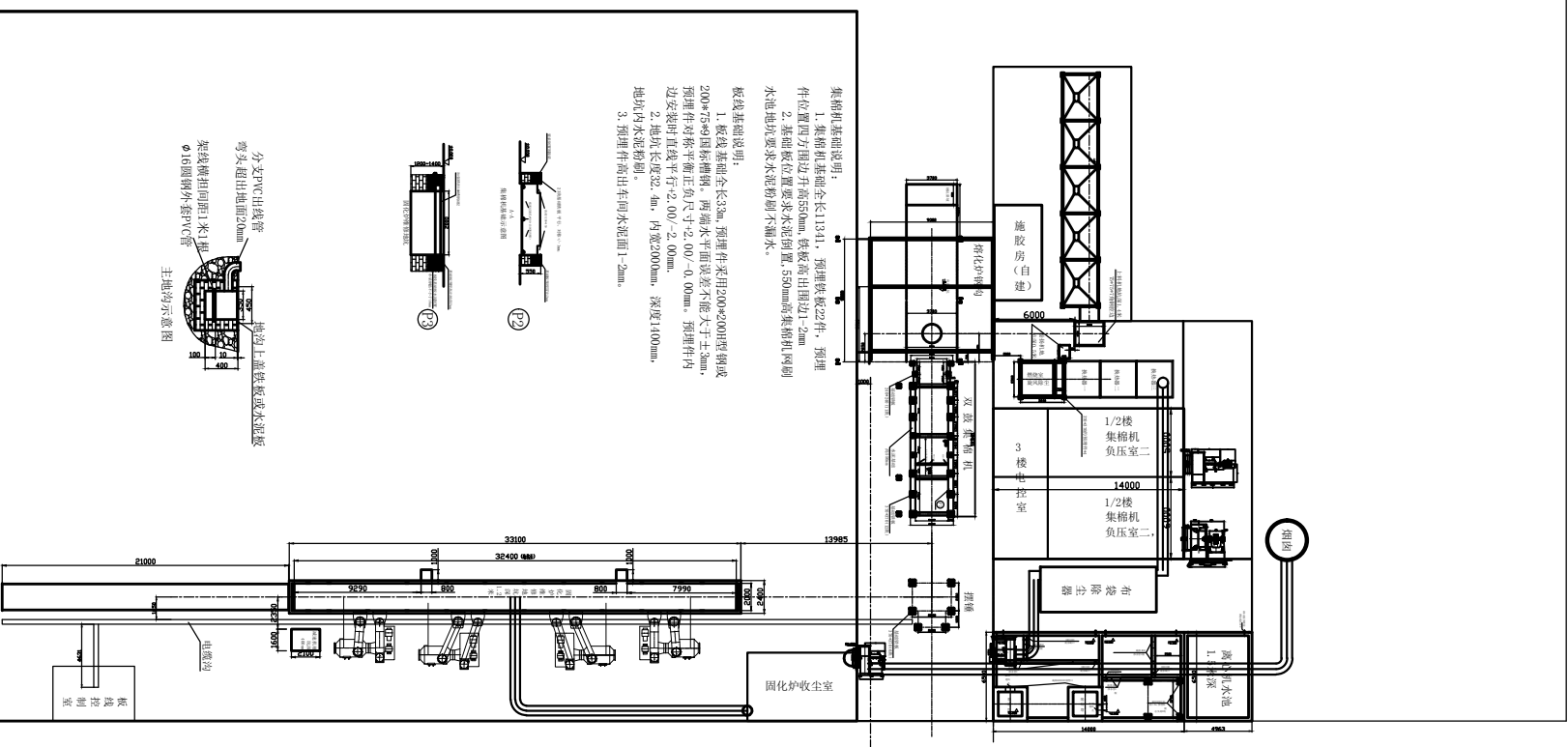
说明

- 1、冲天炉房9m\*9m; 共4层高15m。
- 2、换热器支撑架共3层高11.28米, 采用钢结构。
- 3、集棉机和板线车间墙面及结构由贵公司自行确定, 车间屋檐高8米。
- 4、设备所标记的外形尺寸不能变更, 房屋的外形尺寸及冲天炉房不能变更, 如有差异请与我技术科联系。
- 5、熔化炉房以设计院设计为准。外形结构尺寸及楼层高度不能变更。每层的载重负荷请按单件楼层平面图设计。
- 6、图中所有水池用水泥倒置。

设备平面布置图					Rwool.com	
The standard layout of machine					材质	
标记	处数	文件号	签字	日期	数量	
设计	李顶权		校对	李斌	比例	共张
制图	辜天天		审核	夏鸿彬	1:1	第01张
描图				2017.2.8		



车间二

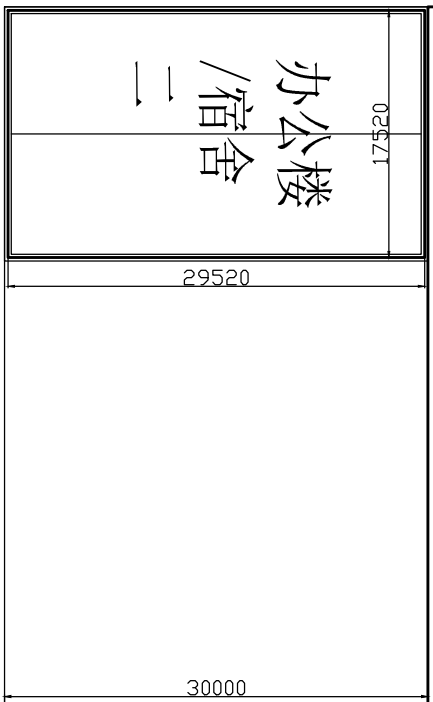


车间一

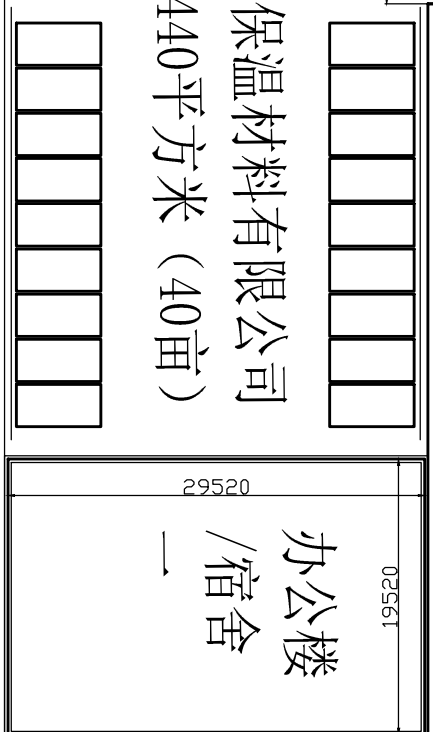
**集棉机基础说明:**  
 1. 集棉机基础全长11.3m, 预埋收袋22件, 预埋件位置(由边)距边高50mm, 收袋角出图边±2mm  
 2. 基础板位置要求不能倒置, 550mm处集棉机内侧水池地坎要求不能倒置不漏水。

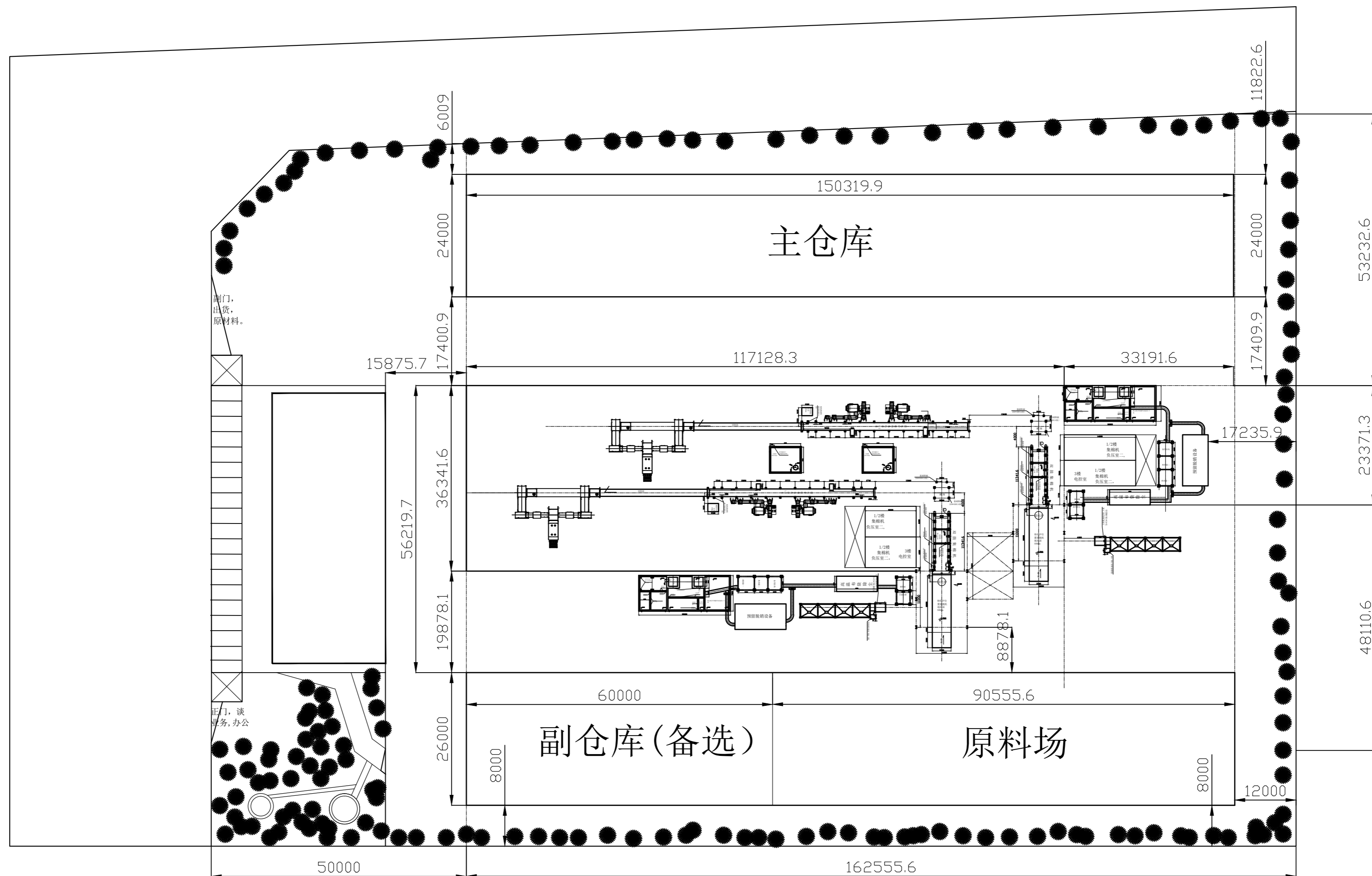
**板线基础说明:**  
 1. 板线基础全长33m, 预埋件采用200\*200H型钢板或200\*175\*9型钢板, 每隔水平面误差不能大于3mm, 预埋件对称布置, 间距为2.00/-0.00mm, 预埋件内边安装时直线平行于2.00/-2.00mm。  
 2. 地坎长度32.7m, 内宽200mm, 深度1400mm, 地坎内不能倒置。  
 3. 预埋件高出半刚水泥面12mm。

**分文PVC出水管**  
 弯头超出地面20mm  
 架线槽扣间距3米且PVC管  
 Φ16圆钢外圈PVC管  
 主地物示意图  
 地坎上盖铁板或水密板



南通冠华森节能保温材料有限公司  
 27440平方米 (40亩)





29596平方米 (44亩)



集棉机基础说明：  
 1. 集棉机基础全长11690，预埋钢板20件，预埋件位置四方围边升高550mm，钢板高出围边1-2mm  
 2. 基础板位置要求水泥倒置，0.55米高集棉机网刷水池地坑要求水泥粉刷不漏水。

板线基础说明：  
 1. 板线基础全长33m，钢板预埋件28块，两端水平面不能大于±3mm，预埋件钢板对称平衡正负尺寸+2.00/-0.00mm，预埋铁板内边安装时直线平行+2.00/-2.00mm。  
 2. 地坑长度32.82m，内宽1500mm，深度1200mm，地坑内水泥粉刷。  
 3. 预埋件铁板高出车间水泥面1-2mm。

