

联系人：田中锋

电话：18189280019

邮箱：18189280019@126.com



机械蒸汽再压缩技术（MVR） 在硫磷行业的应用

西安陕鼓动力股份有限公司

目录

一

公司简介

二

机械蒸汽再压缩技术（MVR）简介

三

MVR技术在硫磷行业的应用

四

核心设备-陕鼓水蒸气压缩机介绍

五

应用案例介绍

六

总结

ShaanGu

为人类文明创造绿色动力

一、公司简介

1、历史沿革



为人类文明创造绿色动力

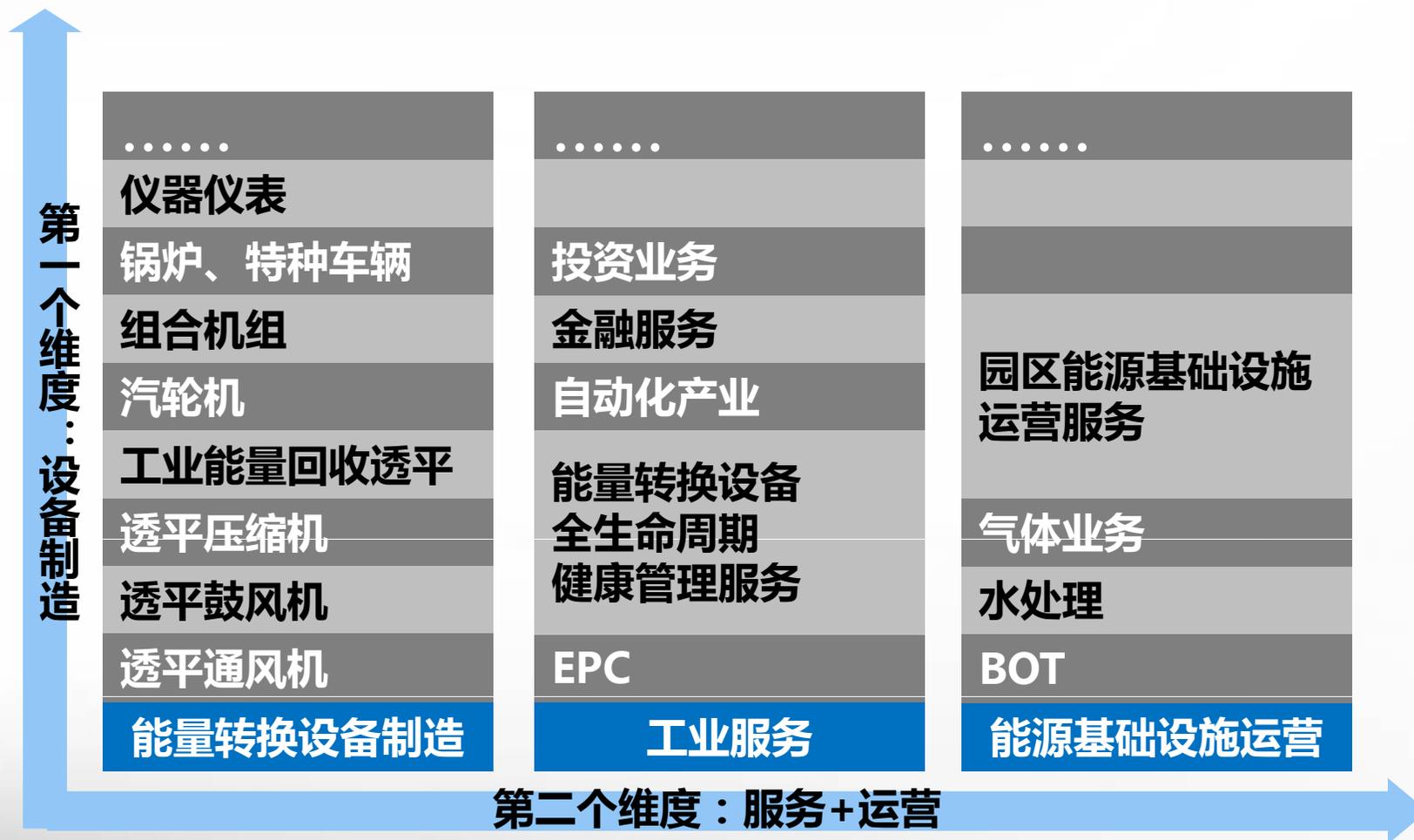
2、组织结构

陕西鼓风机（集团）有限公司

下属控股公司		参股公司
陕鼓动力	陕西秦风气体股份有限公司	陕西煤业股份有限公司
	西安陕鼓工程技术有限公司	
	西安陕鼓通风设备有限公司	
	汽轮机公司（捷克EKOL公司）...	
陕鼓备件	陕西延长石油兴化化工有限公司	
陕鼓实业	中冶华天工程技术有限公司	
陕鼓西锅	陕西工业技术研究院	
陕鼓西仪	陕西省能源化工研究院	
陕鼓水务	长安国际信托股份有限公司	
陕鼓智能科技	
达刚路机		
陕鼓能源动力与自动化工程研究院		

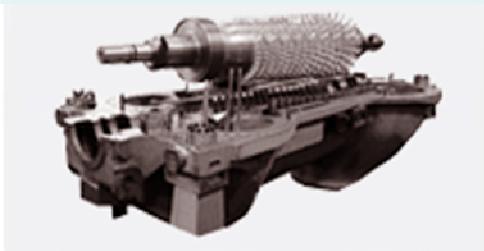
截止2013年12月份，陕鼓集团共有在岗员工**4138**人。其中专业工程技术人员**1074**人，享受政府特殊津贴专家**16**人，省、市、局专家**78**人，外聘专家**20**人；博士**11**人，硕士研究生**392**人。

3、三大业务板块

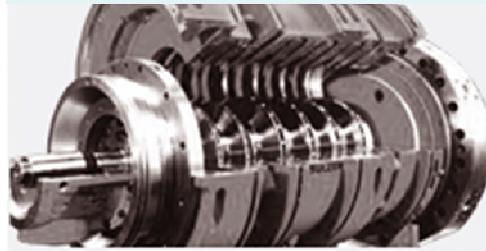


4、陕鼓主要产品

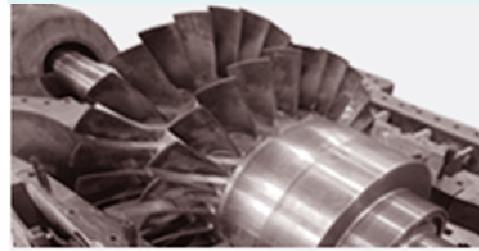
轴流压缩机



离心压缩机



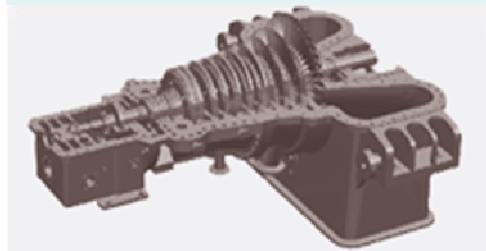
能量回收透平装置



离心鼓风机



汽轮机



大型通风机



仪表



锅炉



特种车



路面机械



ShaanGu

为人类文明创造绿色动力
Create Green Power For Human Civilization

二、机械蒸汽再压缩技术（MVR）简介

随着国家环保政策的严格，节能减排已成为目前中国一项十分重要的议题。蒸汽的回收利用也是当前节能工作的一个热点。工艺过程排出的低品位蒸汽或高温冷凝水回收过程中闪蒸会产生大量二次蒸汽以及蒸发产生的二次蒸汽，由于其压力较低，满足不了用汽设备的要求，因而常常将其直接排掉，不仅对热资源与汽资源造成了严重的浪费，给企业带来巨大的经济损失，而且污染环境。

在能源日益短缺以及目前“新常态”的经济形势下，降低生产成本，增强企业竞争力，蒸汽的回收利用市场需求日益强烈，机械蒸汽再压缩技术（mechanical vapor recompression，MVR）的应用越来越凸显重要地位。

二、机械蒸汽再压缩技术（MVR）简介

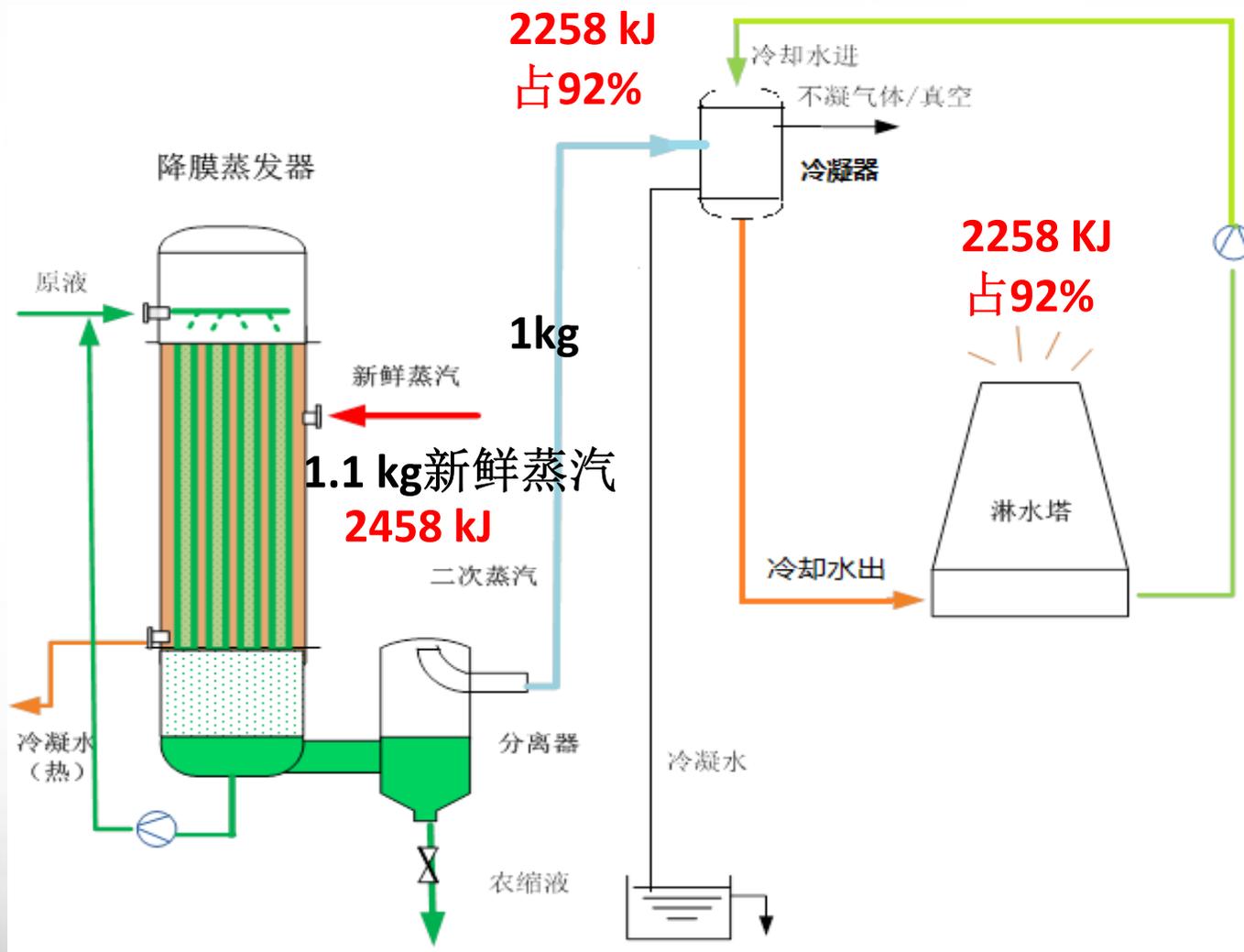
1、基本原理及构成

机械蒸汽再压缩技术（mechanical vapor recompression，MVR）的基本原理就是将产生的二次蒸汽（蒸发、蒸馏、干燥等）或乏汽（换热、做功等），经过蒸汽压缩机的机械压缩，使其温度、压力升高，热焓增大，提高了热焓的二次蒸汽（乏汽）返回系统或另作它用。

MVR技术的核心设备是水蒸汽压缩机。

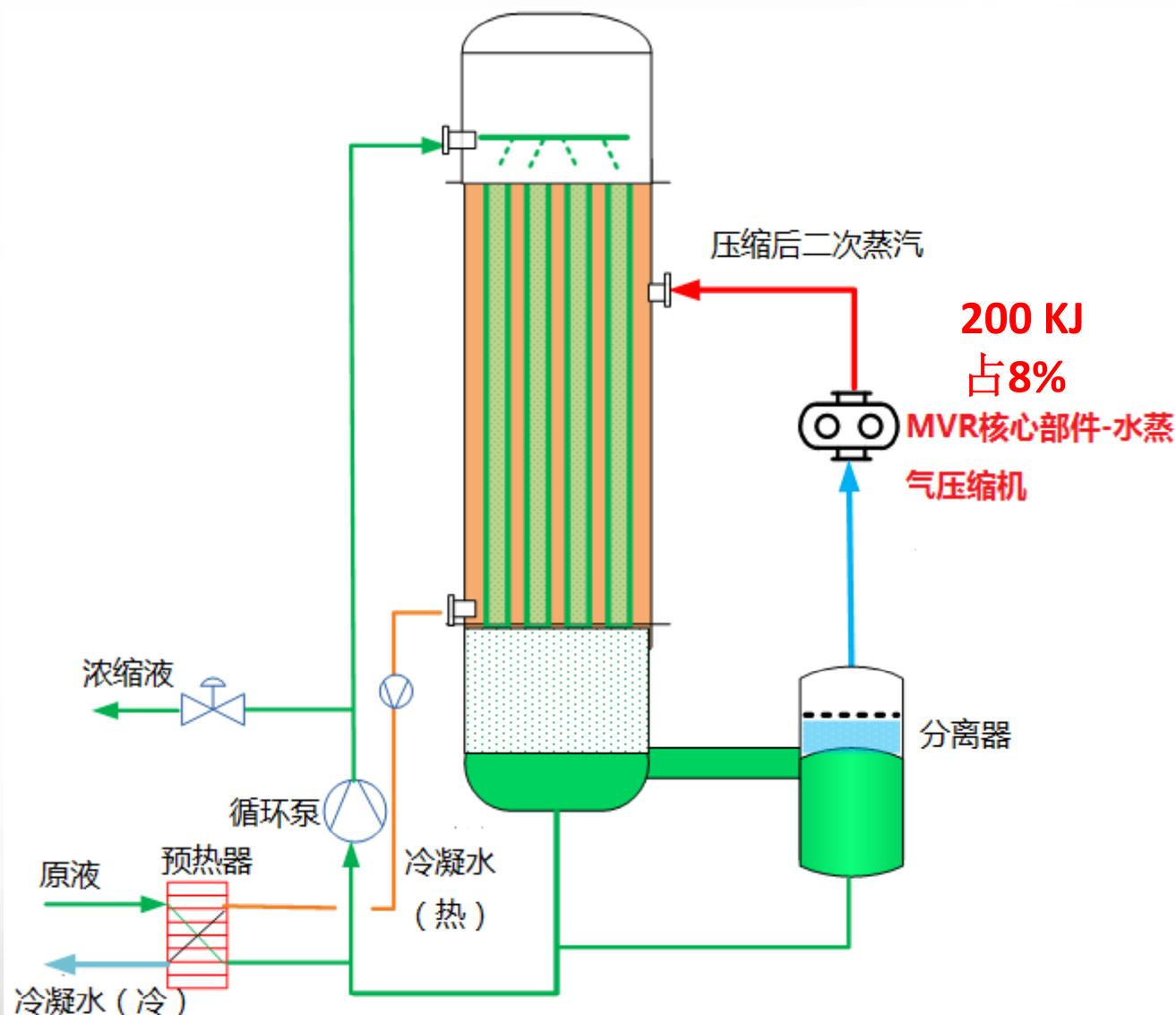
MVR与传统单效蒸发对比

新鲜蒸汽大量热量→
二次蒸汽→冷却水→
大气
冷却塔消耗大量循环
水以及电能（泵）运
行，造成三重浪费



MVR简图

用少量的电能而获得较多的热能，从而减少系统对外界蒸汽的需求，达到高效节能的目的。真正做到了环保节能、节水、节约费用！



2、MVR发展历程



3、MVR应用方向

MVR技术应用两个方向：蒸发、蒸馏、干燥工序的应用和乏汽回收的应用，原理相同，稍有差异，以蒸发、蒸馏、干燥工序的应用为代表的MVR工程利用的是料液产生的二次蒸汽，而乏汽回收项目利用的是新鲜蒸汽做功后的乏汽。相对来说乏汽回收项目的蒸汽更干净，项目实施更加安全可靠。

蒸发、蒸馏、干燥工序应用

乏汽回收

三、MVR在硫磷、钛白行业的应用

1、在蒸发、蒸馏、干燥工序的应用

① MVR在硫磷、钛白行业的应用机会

蒸发、蒸馏、干燥工序应用

- 1、磷酸/料浆浓缩
- 2、钛液浓缩
- 3、钛白废酸浓缩
- 4、废水“零排放”处理（高浓度盐水蒸发）
- 5、合成氨脱硫回收

传统工艺采用单效或多效蒸发。

② MVR与传统工艺对比

类别项目	单效	多效	MVR
能耗	能耗较高，蒸发一吨水约需要一吨新鲜蒸汽。	能耗较低，五效蒸发器蒸发一吨水约需要0.3吨新鲜蒸汽。	能耗很低，蒸发一吨水约需要15kw/h-55kw/h电能。
能源	鲜蒸汽。需要锅炉等外设。释放二氧化碳等。	鲜蒸汽。需要锅炉等外设。释放二氧化碳等。	电能（清洁能源）。无CO2排放。
占地面积	小	大	小
运行成本	高	较低	低
投资成本	小	中	大

③MVR与多效蒸发运行成本对比

年节约运行成本**6793200元**

20 吨/小时蒸发量运行成本（高浓度有机废水）				
设备	机械蒸汽再压缩降膜蒸发器		传统4效降膜蒸汽加热蒸发器	
机械压缩机	315 KW/h	189 RMB		
循环泵耗电	30 KW/h	18 RMB	30 KW/h	18RMB
冷凝水泵耗电	15 KW/h	9 RMB	15 KW/h	9 RMB
真空泵耗电	7.5KW/h	4.5RMB	15 KW/h	9RMB
冷却塔耗电	0		7.5 KW/h	4.5 RMB
冷却水循环泵	0		22.5 KW/h	13.5 RMB
鲜蒸汽	0		5500kg/h	990 RMB
冷却水	30 m3/h	12RMB	330 m3/h	132RMB
每小时费用		232.5 RMB		1176RMB
每吨成本		11.625RMB		58.8RMB

工作时间：24 小时/天 330 天/年 电价：0.6 元 / KW/h 冷却水：0.4元/ m3 蒸汽价：180元 / t



为人类文明创造绿色动力

2、MVR应用于乏汽回收

①市场现状及机会

工艺过程排出的低品位蒸汽或高温冷凝水闪蒸会产生大量二次蒸汽，称为乏汽，乏汽来自蒸汽锅炉定排闪蒸乏汽、连排二次闪蒸乏汽、除氧器排氧外排乏汽、高温凝结水闪蒸乏汽、汽轮机乏汽、发电机乏汽及换热设备加热蒸汽的排气等。

乏汽回收

- 1、硫磺制酸熔硫
- 2、热力设备排出的乏汽
(换热器、蒸发器、锅炉等)
- 3、动力设备排出的乏汽
(汽轮机、发电机等)

传统工艺：

- ①冷却器冷凝；
- ②预热物料；
- ③ORC余热发电；
- ④蒸汽喷射泵。

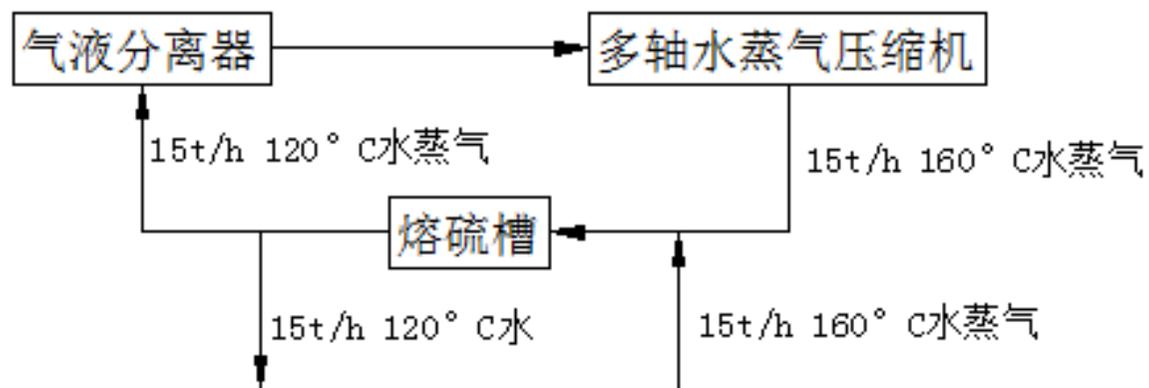
②乏汽回收方法优劣势对比

方法	优点	缺点	投资大小	运行费用
冷却器冷凝	回收冷凝水。	热排入大气。并且由于冷却水的蒸发浪费部分冷却水。	小	无
预热物料	回收冷凝水，回收热。	由于传热推动力的需要，回收热量少，效率低。	小	无
ORC余热发电	回收冷凝水，回收热。	系统配置复杂，效率低，投资大。	大	消耗有机质
蒸汽喷射泵	回收冷凝水，回收热。	需要配套高温蒸汽，仅能回收部分蒸汽，效率低。故障率高。	中	无
水蒸气压缩机	回收冷凝水，回收热。通过输入电能，使蒸汽升级使用。效率高。	投资大。	大	消耗电能

以水蒸气压缩机回收乏汽具有效率高、蒸汽升级使用、完全回收等诸多优点，随着市场的推广，必将成为乏汽回收选择的重要方法和趋势。

③MVR乏汽回收案例

以某厂熔硫工序为例：一次蒸汽温度160 °C ，排出的二次蒸汽120 °C，若提高温升40 °C，每吨蒸汽耗电80度，折算电价：48元。但回收一吨蒸汽，折合价格150元左右，效果显著。拟实施方案详见流程图：



③MVR乏汽回收案例

对具体方案及投资回收率进行分析，概算如下：

①年回收水蒸气价值：

$$15\text{t/h} \times 24\text{h/d} \times 300\text{d/yr} \times 100\text{元/t} = 1080\text{万元/yr}$$

②年耗电价格：

$$15\text{t/h} \times 24\text{h/d} \times 300\text{d/yr} \times 82\text{度/t} \times 0.6\text{元/度} = 531\text{万元/yr}$$

每年可节省费用549万元。

备注：水蒸气100元/吨，电价：0.6元/度。

本项目的投资包括能源审计、项目设计、项目融资、设备采购、工程施工、设备安装调试、人员培训等等，总计：1000万元。

综上所述：基本在2年即可收回投资成本。

3、MVR技术优势

①由于取消了循环冷却水，大大降低了由于冷却塔产生的耗水、耗电、高维护、高成本的问题。

②由于100%循环利用二次蒸汽的潜热，仅需补充微量新鲜蒸汽，与多效相比、大大减小新鲜蒸汽消耗。

③增添部分电能，完全回收排放的大量蒸汽升级使用，完全节省新鲜蒸汽消耗。

④一般在1至2年，即可收回投资成本。

四、核心设备--陕鼓水蒸气压缩机介绍

1、陕鼓水蒸气压缩机研发背景

- ★水蒸气压缩机是MVR技术核心部件；
- ★国内使用的MVR水蒸汽压缩机几乎全部进口（价格高、供货周期长、产能和售后服务等满足不了需求）；
- ★目前市场内水蒸气压缩机/风机仅实现小流量、低温升，而且大部分水蒸气压缩机/风机不符合API617标准/国标JB/T6443，安全可靠性得不到保证。

急需开发高温升、大流量、高效率、符合标准的水蒸汽压缩机以满足国内的需要。

高温升、大流量、高效率、符合标准意味着什么？

回收更多更低的低品质蒸汽；
能耗更低，节省运行成本；
安全可靠性强，维护费用低。

在100°C进汽温度时，压比达到1.72-2.25，
在40°C进气条件时，压比达到2.24-3.24。

因此设计难度很大，很多制造商无能力制造。

2、技术来源及保障

1914年，世界上第一台水蒸汽压缩机由瑞士Sulzer设计开发，陕鼓曾经在1992年与Sulzer签订水蒸汽压缩机技术引进协议，由于当时的市场原因，并没有得到发展。

Sulzer 透平部在2002年被德国MAN TURBO收购，而陕鼓的海外专家团队正是具有多年工作经验及实验数据的MAN TURBO设计专家。

2013年陕鼓建立了MVR水蒸汽压缩机研发团队，由具有10年在海外知名透平企业工作经验的刘景新博士和李新宏博士亲自带队。

3、核心技术分析及设计

基本级设计开发

叶轮流场分析

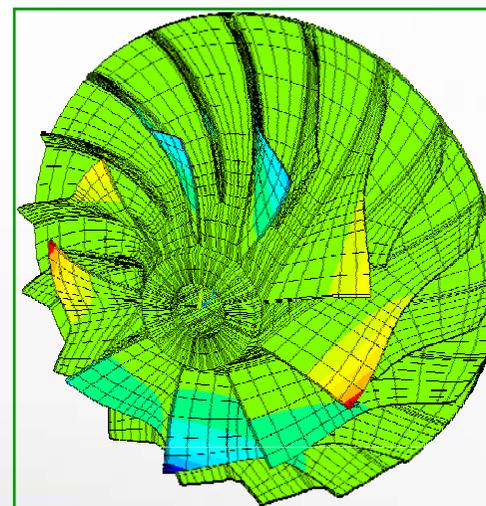
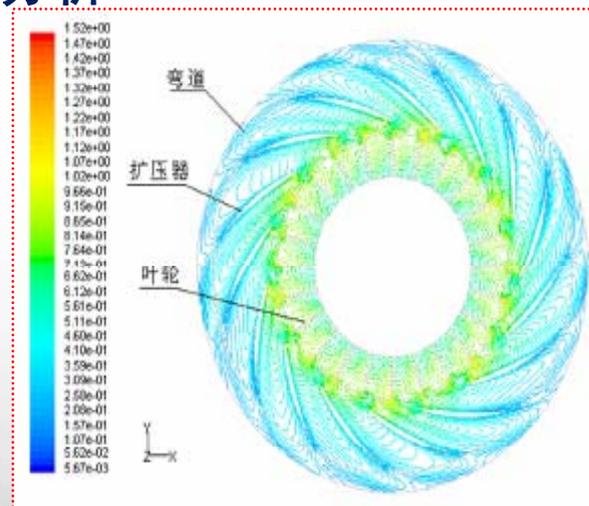
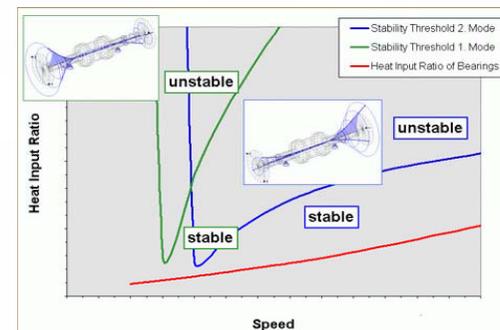
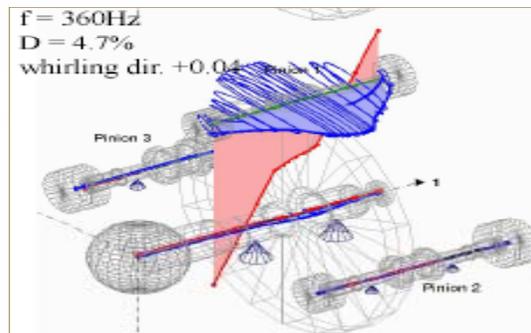
定子部件流场分析

旋转失速与喘振点预估

流固耦合数值模拟与分析

转子动力学分析

密封效果分析



4、陕鼓水蒸汽压缩机技术特性

水蒸汽压缩机系列化、18种规格标准机型

进口体积流量范围：100~8000 m³/min

进口容积流量范围：65°C时1t/h ~120°C时400t/h

单级压缩机饱和蒸汽温升范围：8°C~25°C

整机效率高达 87%

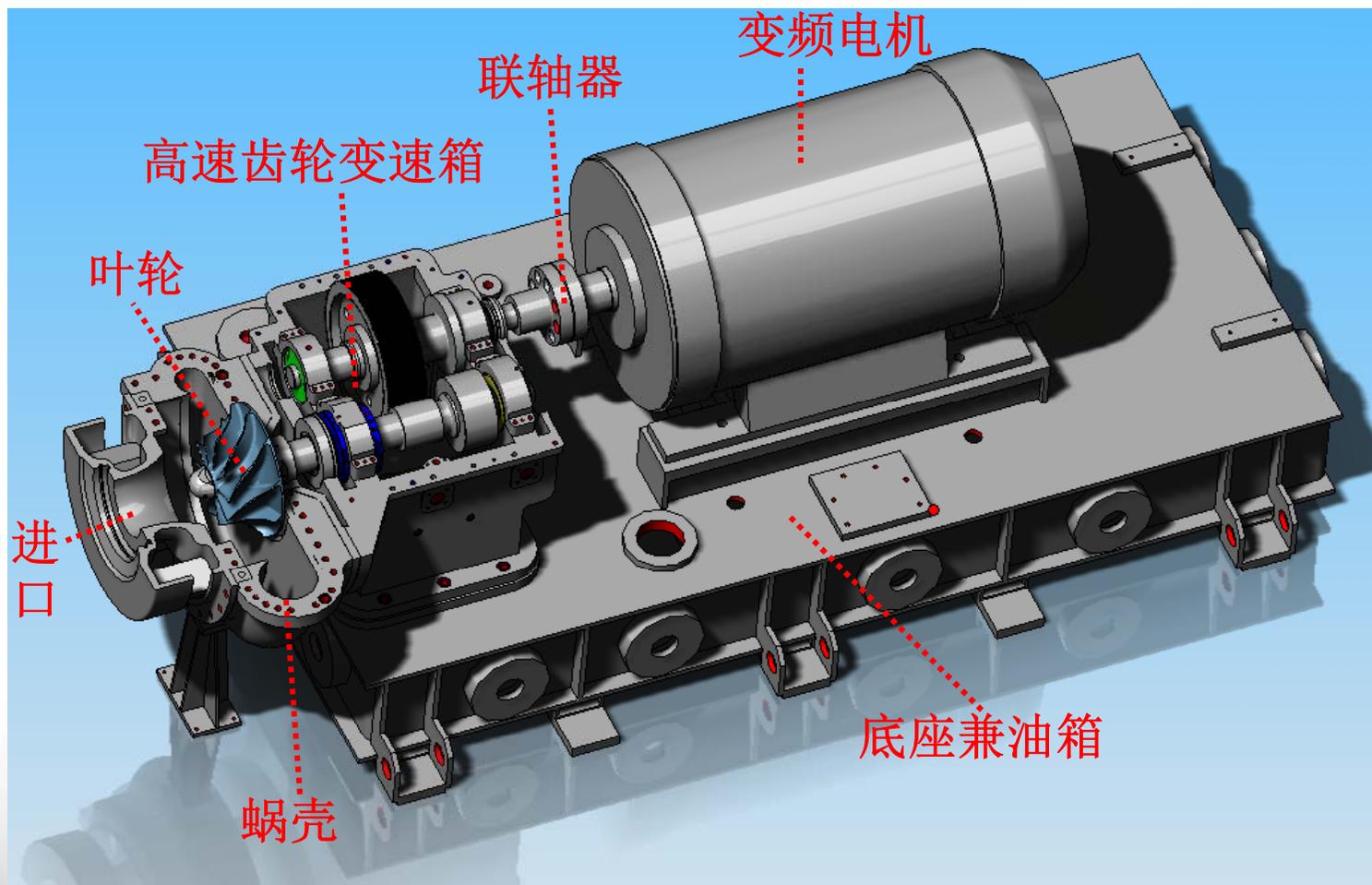
压缩机进口喷水系统：

叶轮清洗和降温

涡壳底部自动排水系统

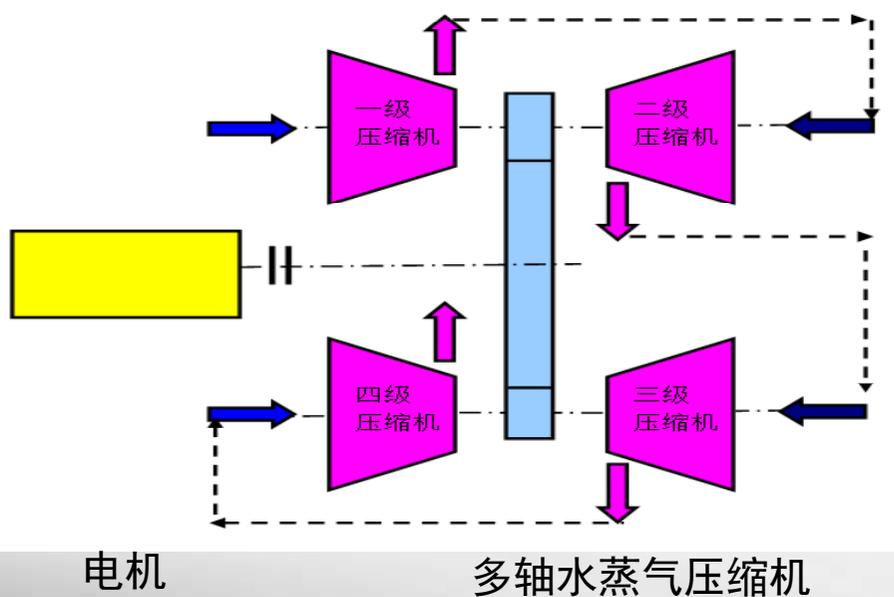
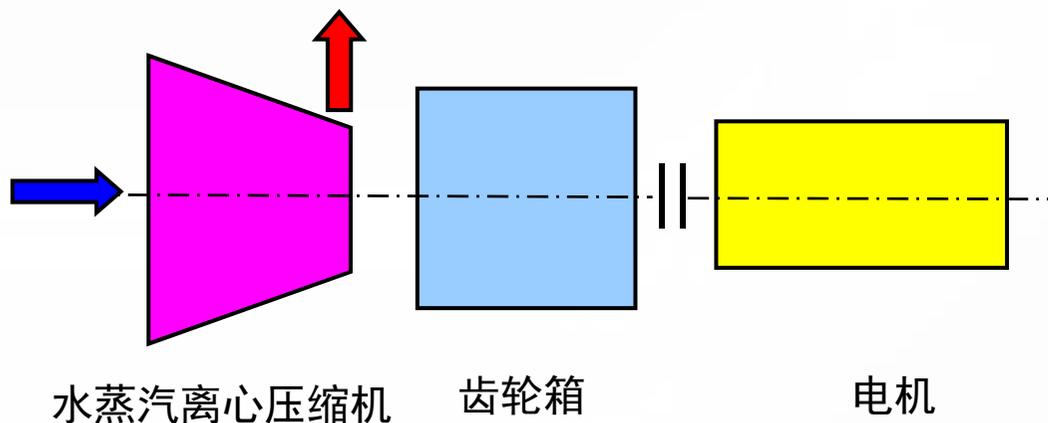
整体撬装式结构

5、总体结构布局图



6、配置方案

方案一：
变频电机+平行轴齿轮箱



方案二：多轴压缩机

五、应用业绩介绍

1	河北煜源环保科技股份有限公司	12T/H-65°C-12°C温升玉米浆浓缩项目	
2	天津汉沽盐场	5万吨/年真空精制盐示范装置	
3	楚源高新科技集团股份有限公司	28T/H-85°C-16°C温升硫酸钠废水处理项目	
4	河北冀衡青先化工有限公司	4.5T/H-95°C-24°C温升硫酸铵提纯结晶处理项目	温升最高
5	山东某厂	5T/H-85°C-20°C温升氯化铵废水处理项目	
6	山东某厂	9T/H-85°C-20°C温升氯化钠废水处理项目	
7	河北冀衡化学有限公司	13.77T/H-78°C-17°C温升硫酸铵废水处理项目	
8	河北华旭项目	5T/H-63°C-12°C温升果糖蒸发浓缩项目	
9	河北华旭项目	20T/H-63°C-12°C温升果糖蒸发浓缩项目	
10	山东泉林纸业有限公司	84T/H-100°C-15°C温升造纸黄液蒸发浓缩项目	
11	印尼泗水项目	21T/H-102°C-18°C温升制盐水蒸汽压缩机项目	出口项目
12	衢州华友钴新材料有限公司	46T/H-75°C-18.5°C温升硫酸铵废水处理项目	
13	楚源高新科技集团股份有限公司	28T/H-87°C-20°C温升硫酸钠废水处理项目	
14	伊犁川宁生物	202T/H-100°C-18°C温升硫酸钠废水处理项目	全球最大

六、总结

- 1、MVR以其明显的节能降耗效果，不仅可用于工业蒸发浓缩工段中，还可以应用于工业乏汽回收，降低运行成本，为企业创造更大的利润空间。
- 2、MVR作为节能环保的高新技术，已得到市场的青睐和广泛的应用。同时MVR技术不是万能的，应结合各单位自身有无副产蒸汽，蒸汽价格和电费、建设投入等因素综合比较、分析应用，以提升企业效益。

您的需求 陕鼓动力

Your Challenge, Our Solution

ShaanGu

为人类文明创造绿色动力