



**XXXXXXXXXXXX 橡胶有限公司**

**热力系统**

**节能诊断报告**

**江苏 XXX 能源科技有限公司**

**二〇一二年十一月**

项目负责人：张志祥

报告编写：张志祥、郑腾腾、徐沾伟、俞章森、魏炜

报告校对：王超

报告审核：张志祥

报告审定：刘洪海

报告签发：

### 节能诊断小组人员表

姓名	职务	职称	专业
刘洪海	组长		
张志祥	副组长	高级工程师	热能，资深节能诊断专家，能量系统优化专家
郑腾腾	副组长	工程师	热能动力
徐沾伟	组员	博士	高级能源管控专家
俞章森	组员	工程师	化学工程
魏炜	组员	工程师	环境工程
鄢志兵	组员	高级工程师	电气专家
王超	组员	工程师	

节能诊断企业配合人员表

姓名	部门	职务	职责
	办公室	副总经理	领导全面工作
	设备处	处长	全厂能源管理
	设备处	副处长	配合节能诊断机构， 提供所需的真实确凿 的资料，配合现场调 查和测试
	设备处	主管	
	炼胶分厂	生产厂长	
	炼胶分厂	设备厂长	
	压延分厂	生产厂长	
	压延分厂	设备厂长	
	成型分厂	生产厂长	
	成型分厂	设备厂长	
	硫化分厂	生产厂长	
	硫化分厂	设备厂长	
	轻胎分厂	生产主管	
	轻胎分厂	设备厂长	
	动力分厂	厂长	
	动力分厂	设备主管	

《XXXXXXXXXXXX 橡胶有限公司热力系统节能诊断报告》由我  
公司委托江苏 XXX 能源科技有限公司编制，报告中所引用数  
据由我公司提供，其数据真实有效。

XXXXXXXXXXXX 橡胶有限公  
司

单位负责人：

年 月 日



# 目 录

前 言.....	1
第一章 节能诊断事项说明.....	3
第二章 企业基本情况.....	5
2.1 企业简况.....	5
2.2 企业主要生产工艺概况.....	8
2.3 企业用能状况.....	11
2.4 企业热力系统状况.....	13
第三章 企业能源管理系统.....	15
3.1 企业能源管理机构.....	15
3.1.1 企业能源管理机构现状.....	15
3.1.2 企业能源管理机构.....	17
3.2. 企业能源管理状况.....	17
3.2.1. 企业能源管理制度.....	17
3.2.2 企业能源计量管理.....	18
3.2.3 企业能源统计管理.....	20
第四章 企业能源利用水平核定.....	22
4.1 企业能源消耗状况.....	22
4.2 基准能耗指标核定.....	23
4.2.1 全厂产品能耗指标核定.....	23
4.2.2 硫化工序能耗核定.....	25
第五章 热力系统节能诊断.....	26
5.1 蒸汽管网热平衡及其分析.....	26
5.2 硫化工序与动力分厂水平衡、汽平衡及其分析.....	27
5.2.1 硫化工序水、汽平衡.....	27
5.2.2 硫化工序水、汽平衡分析.....	30
5.3 硫化工序热平衡及其分析.....	39
5.3.1 热平衡计算时的基准.....	39

5.3.2 硫化分厂的热平衡.....	39
5.4 典型耗汽设备硫化罐热平衡及其分析.....	47
5.4.1 能量平衡计算时的基准.....	47
5.4.2 单个硫化罐升温保温阶段能量平衡.....	47
5.4.4 分析和建议.....	61
5.4.5 小结.....	62
5.5 本章小结.....	63
第六章 节能技术改造方案.....	64
6.1 智能管控技术改造方案.....	64
6.1.1 技术原理.....	64
6.1.2 工艺特点.....	71
6.2 余热回收利用技术改造方案.....	73
6.2.1 余热回收利用系统图.....	73
6.2.2 技术原理.....	74
6.2.3 工艺特点.....	74
6.3 预计节能效果.....	75
6.4 预计投资及回收年限.....	79
6.5 北区新建 18 台硫化罐改造项目.....	79
6.6 项目投资概算.....	80
6.6.1 工程投资估算.....	80
6.6.2 工程投资分析.....	80
6.6.3 资金筹措.....	84
第七章 管理节能.....	85
7.1 加强计量.....	85
7.2 实行单位重量能耗指标考核, 制定奖惩制度.....	86
7.3 利用先进的智能管控系统实现车间、班组、个人考核.....	87
第八章 节能诊断结论及建议.....	88
附录.....	90



## 前 言

“十二五”期间，XXXXXXXXXXXX 橡胶有限公司被国家发改委列为“万家耗能企业”之一，要求五年内完成节能 1 万吨标准煤的目标。江苏省各级政府对节能工作十分重视，对高耗能企业的主管领导提出了明确的目标要求，并实行主管领导目标责任制。

XXXXXXXX 橡胶是 XXX 市的耗能大户，也一直是对社会有贡献的利税大户。公司历届领导班子都对节能工作十分重视，在“十一五”期间做了大量的节能工作，产生了明显的节能和经济效益。公司新一届领导班子，本着对社会高度的责任感，在“十二五”的初期，就着手很抓节能工作，力争通过大规模的节能改造，降低能源成本，提高经济效益，提高产品质量，保持公司产品在市场上的竞争力。

诚然，节能工作发展到了今天，已经不再是靠企业自身力量单打独斗所能完成的，一般性的扫浮财式的节能方式已经成为过去，要使节能工作推向纵深，必须依靠外部力量“多兵种、多军种、集团化作战”，依靠最新的信息化、智能化技术，采用最新的具有科技含量的节能方法、节能产品、节能技术装置和系统优化观念，来实现新形势下的节能。XXXXXXXX 公司领导充分认识到新形势下节能工作的新特点，研究决定委托江苏 XXX 公司的节能专家对 XXXXXXXX 的热力系统开展节能诊断工作，力求摸清节能潜力，寻找经济可行的节能方案，为下一步大规模的节能改造提供决策依据。

XXX 公司通过近一个月的测试、调查分析工作，在 XXXXXXXX 各

级领导和技术人员的大力支持下取得了很大的阶段性成果，通过这次节能诊断，摸清了企业存在大量隐形能源浪费的根源，同时又避免了盲目地投资改造造成资金浪费，做到了有的放矢，“精确打击”，目标明确，措施得力，方法科学，步步为营，一步一个脚印，同时争取少花钱，多办事；不花钱，办大事（采用合同能源管理模式）。这次节能诊断工作为 XXXXXXXXX 后续节能工作的开展打下了良好的基础，有助于推动 XXXXXXXXX 的节能工作上一个新的台阶，实现跨越式发展。如果全面实施节能改造，XXXXXXX 的装备技术水平有可能大幅提高，产品单耗大幅度降低，产品质量、经济效益也会同步提高。

## 第一章 节能诊断事项说明

受 XXXXXXXXXXXX 橡胶有限公司的委托，我公司由节能专家和能源管控专家组成的节能诊断小组于 2012 年 10 月 15 日至 2012 年 10 月 23 日对 XXXXXXXXXXXX 橡胶有限公司进行了为期 9 天的节能诊断。在现场诊断期间，我们进行了测试、现场调查、深入生产一线查找工艺过程中可能存在的问题，详细了解了该公司的整个工艺过程及能源消耗情况，尤其对硫化分厂和动力分厂的能耗情况进行了深入分析研究，并于 2012 年 10 月 23 日进行了阶段性总结，初步结论得到了 XXXXXXXXXXXX 橡胶有限公司相关领导的认可和赞同。

现场测试、调查、交流及会议照片见下图所示。

**图 1-1 节能诊断动员大会**

**图 1-2 现场调查**

**图 1-3 与企业技术人员交流沟通**

**图 1-4 硫化分厂现场测试**

**图 1-5 阶段性总结会议现场**



## 第二章 企业基本情况

### 2.1 企业简介

中外合资XXXXXXXXXX橡胶有限公司位于XXX市贾汪区工业园内，占地800亩，注册资金1亿元，是国内大型的工程轮胎、农业轮胎、叉车轮胎和汽车轮胎生产基地。公司综合生产能力235万套轮胎，其中：工程轮胎30万套；大农用胎70万套；工业轮胎（叉车轮胎、汽车轮胎）60万套，销售收入20亿元，自营出口8000万美元。综合实力排行业15位，跨入世界轮胎行业75强。

公司现有员工3000人，其中工程技术人员410人。企业通过了ISO9001:2000标准质量体系认证、美国质量DOT和中国强制性产品CCC认证。产品已形成工程机械轮胎、农业轮胎、工业车辆轮胎、载重轮胎、轻型载重轮胎、实芯胎7大系列400多个产品规格。“甲”牌系列产品连续10年被江苏省名牌产品认定委员会认定为“江苏名牌产品”，深得用户的信赖。并与国际纽荷兰、约翰迪尔，国内徐工、一拖、福田、南汽等著名公司建立了稳定配套关系，产品畅销国内各个省市及美国、西欧和澳新市场。

公司奉行“严格、踏实、上进、创新”的企业精神，坚持以工程轮胎、农业轮胎为主导的发展战略，致力于做优、做强、做大企业，做中国工程轮胎和农业轮胎生产、销售和开发的强者。公司“以人为本”，精心营造优秀的企业文化和良好的用人环境，注重人才的培养、

培训、选拔和使用，科学地开发人力资源。努力把 XXXXXXXX 橡胶有限公司建成强大的、现代化的大型轮胎生产基地。

公司基本情况见表 2-1，公司组织机构图见图 2-1。

**表 2-1 公司基本情况表**

序号	项目	内容
1	企业名称	XXXXXXXXXX 橡胶有限公司
2	地址及邮编	XXX 市贾汪区工业园 XXXXXXXX 路 1 号、221011
3	经济性质	中外合资
4	企业法人代表	
5	建厂日期	2006 年 9 月
6	主要产品名称及生产能力	轮胎，年产轮胎 235 万套
7	主要耗能设备	变压器、密炼机、压片机、下辅机、开炼机、胎面联动线、空压机等。
8	2011 年主要产品产量	工程轮胎 29 万套；大农用胎 74 万套；工业胎 36 万套；
9	2011 年末职工总数	3000 人
10	2011 年总产值（现行价）	249145.8 万元
11	2011 年工业增加值	19245.9 万元
12	2011 年总利税	5842.4 万元
13	2011 年综合能耗（等价/当量）	55313.71tce/38974.1tce

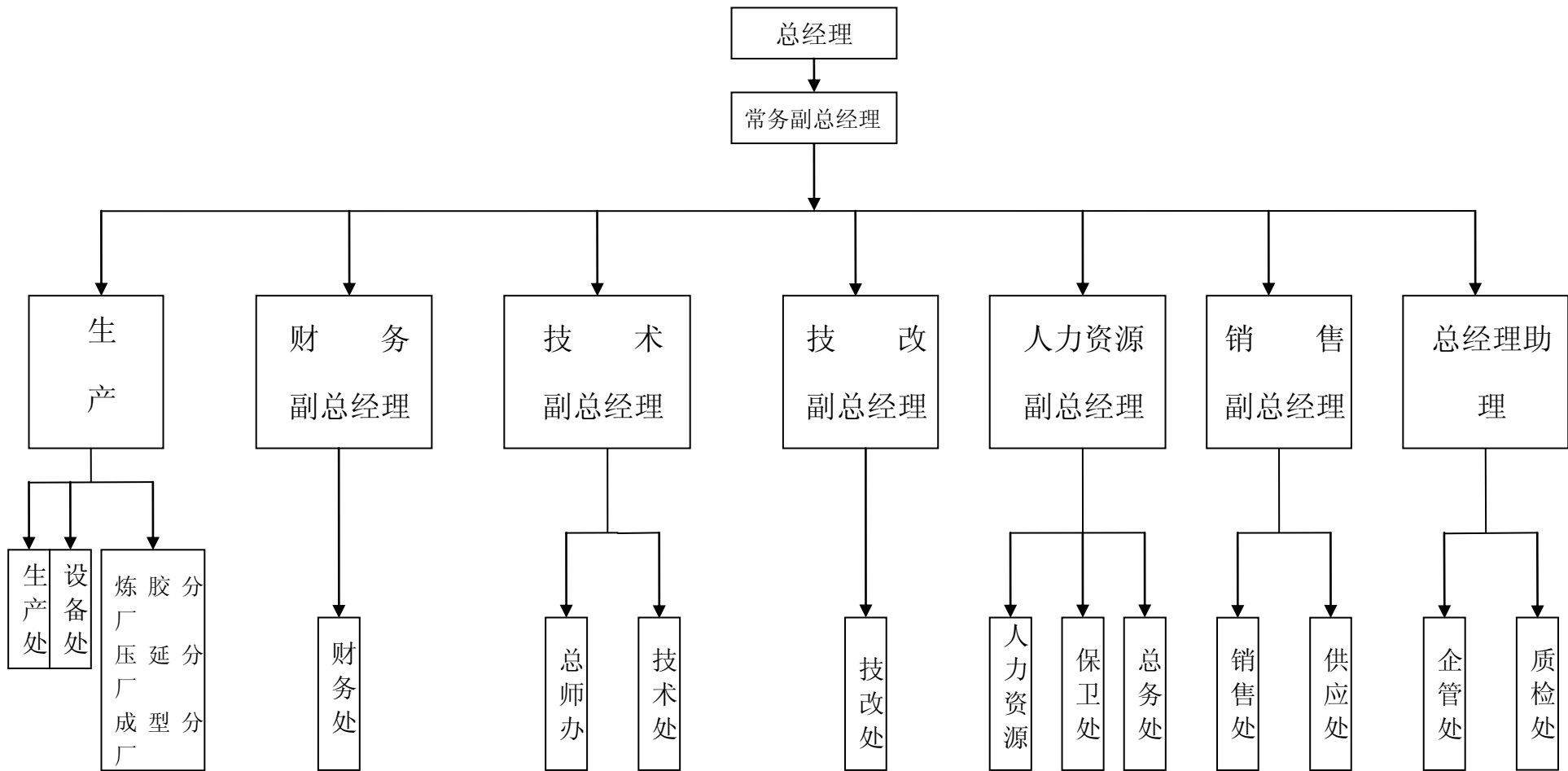


图 2-1 企业组织机构图

## 2.2 企业主要生产工艺概况

公司产品主要为工程轮胎、大农用胎和工业胎，其生产工艺流程图见图 2-2。

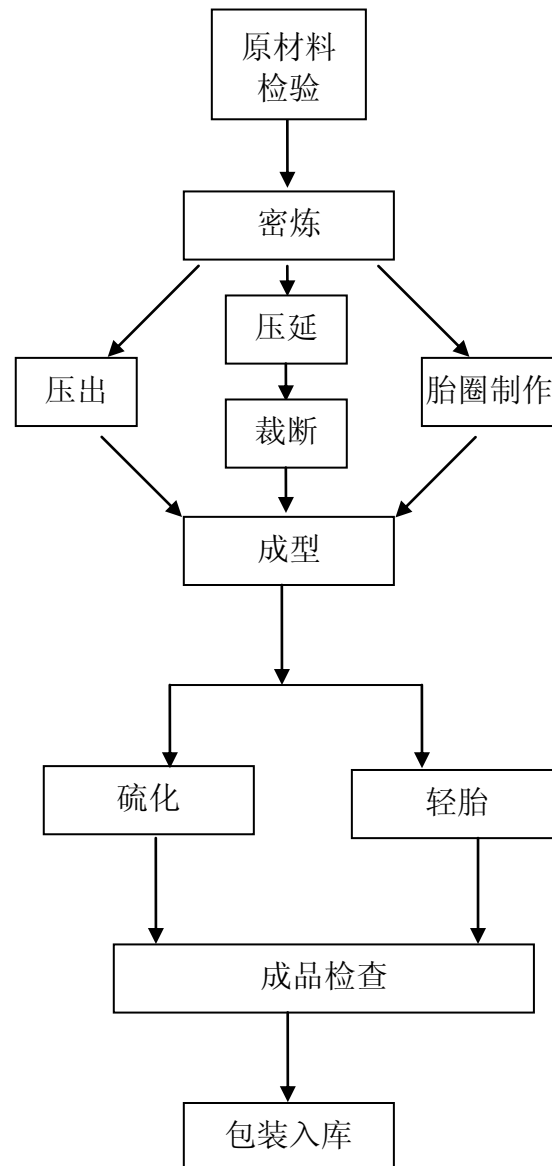


图 2-2 生产工艺流程图



---

轮胎生产工艺由四大工序组成：密炼、胶部件准备(压出、压延、裁断、胎圈制作)、成型、硫化到成品质量检查。工艺主要消耗电力、蒸汽、水等能源资源。

#### 工序一：密炼工序

密炼工序就是把检验合格的原材料(碳黑、天然/合成橡胶、油、添加剂、促进剂等)混合到一起，在密炼机里进行加工，生产出“胶料”的过程。所有原料在进入密炼机以前，必须进行测试，被放行以后才能使用。轮胎里每一种胶部件所用的胶料都是特定性能的，胶料的成分取决于轮胎使用性能的要求。同时，胶料成分的变化还取决于配套厂家以及市场的需求，这些需求主要来自于牵引力、驾驶性能、路面情况以及轮胎自身的要求。所有的胶料在进入下一工序-胶部件准备工序之前，都要进行测试，被放行以后方可进入下一工序。

#### 工序二：胶部件准备工序

胶部件准备工序包括4个工段。在这个工序里，将准备好组成轮胎的所有半成品胶部件，这4个工段分别为：

##### 工段一：压出

将胶料喂进压出机头，从而挤出不同的半成品胶部件：胎面、侧胎/子口和三角胶条。

##### 工段二：压延

原材料帘线穿过压延机并且帘线的两面都挂上一层较薄的胶料，最后的成品称为“帘布”。原材料帘线主要为尼龙和聚酯两种。

##### 工段三：裁断

在这个工段里，主要为帘布和带束层裁断，是将帘布和带束层裁断成适用的宽度和角度，宽度和角度的变化主要取决于轮胎的规格以及轮胎结构的设计的要求。

---

#### 工段四：胎圈制作

胎圈是由许多根钢丝挂胶以后缠绕而成的。用于胎圈的这种胶料是有特殊性能的，当硫化完以后，胶料和钢丝能够紧密的贴合到一起。

#### 工序三：成型

轮胎成型工序是把所有的半成品在成型机上组装成生胎，这里的生胎是指没经过硫化。

#### 工序四：硫化工序

生胎被装到硫化机上，在模具里经过适当的时间以及适宜的条件，从而硫化成成品轮胎。硫化完的轮胎即具备了成品轮胎的外观-图案/字体以及胎面花纹。

#### 工序五：成品检查

在这个工序里，轮胎首先要经过目视外观检查，然后是均匀性检测，均匀性检测是通过“均匀性实验机”来完成的。均匀性实验机主要测量径向力，侧向力，锥力以及波动情况的。均匀性检测完成之后要做动平衡测试，动平衡测试是在“动平衡实验机”上完成的。最后轮胎要经过 X-光检测，然后运送到成品库以备发货。

## 2.3 企业用能状况

该企业消耗的能源资源种类主要有电力、蒸汽和工业水。企业 2011 年能源消耗情况见表 2-2 所示，能源消费结构饼图见图 2-3 所示，能源流向图见图 2-4 所示。

表 2-2 2011 年企业能源消耗情况表

能源名称	计量单位	实物量	当量值		等价值	
			吨标煤	%	吨标煤	%
电力	万 kWh	7681.38	9440.42	24.22	25732.62	46.52
蒸汽	t	29533.58	23118.81	75.78	29533.68	53.39
工业水	t	553102	/	0	47.40	0.086
合计			38974.1	100	55313.71	100

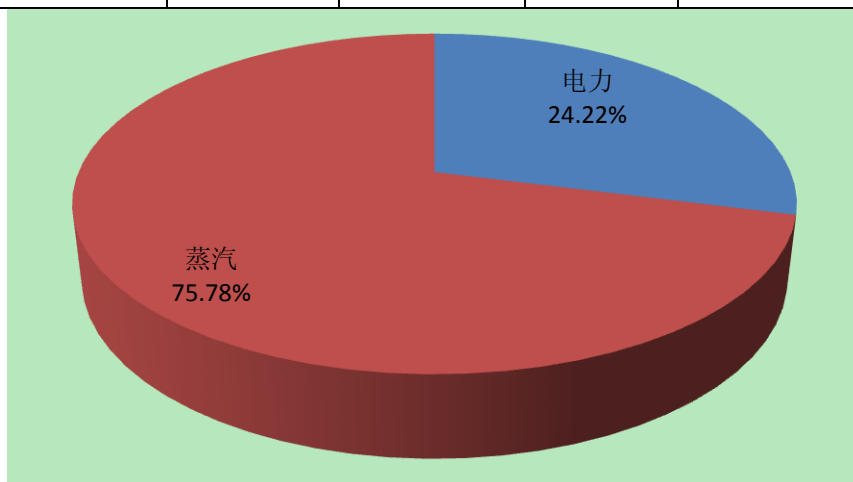


图 2-3 企业能源消费结构饼图

从以上数据可以看出，该企业能源消耗中蒸汽所占的比例为 75.78%（按当量值），占企业综合能耗的大头，是企业节能挖潜的重点。

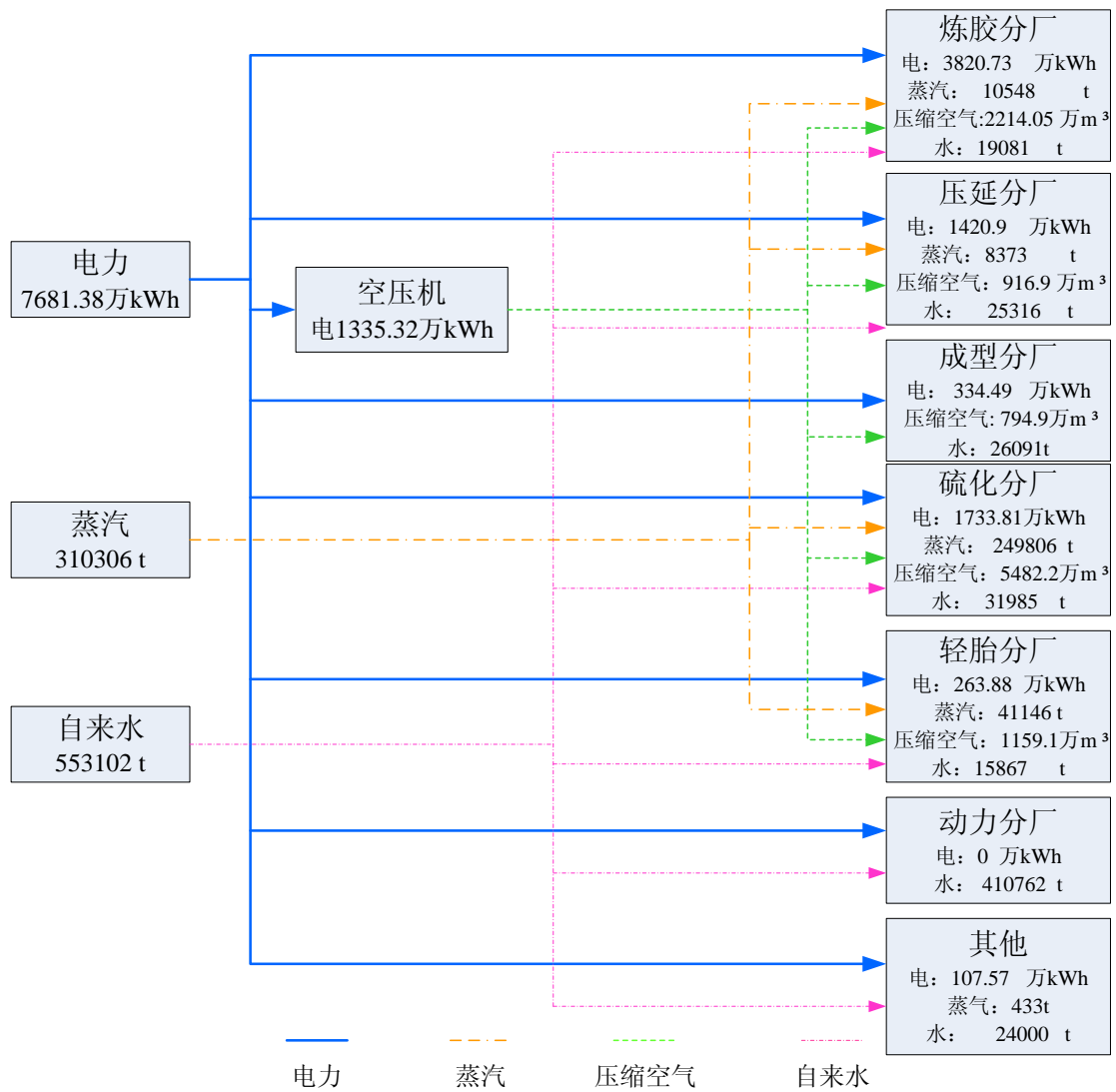


图2-4 企业2011年能源流向图

从以上能源流向图可以看出，硫化分厂所消耗的蒸汽最多，占其蒸汽消耗总量的 80%左右，所以蒸汽节能的重点在硫化分厂。

---

## 2.4 企业热力系统状况

本次报告主要分析硫化分厂和动力分厂的热力使用情况，并挖掘其节能潜力。

截至 2012 年 10 月，该企业硫化分厂共有硫化罐 59 台，B 型硫化机 13 台，300T 双模液压硫化机 1 台，机模一体硫化机 1 台。动力分厂中有 60 万套热力除氧加热器 1 台。该部分蒸汽消耗占整个企业蒸汽消耗量的 80%左右。

该企业热力系统平衡图见下图 2-5 所示（其中黄色标识部分为计量值，其余部分为统计平均值或经验值）。外购蒸汽分外压和内压进入系统，外压蒸汽直接进入硫化罐，冷凝水经疏水阀及冷凝水回收装置输送至高温罐备用；内压使用过热水，过热水由除氧器提供，蒸汽先进除氧器加热、除氧，然后以 165℃的过热水进入硫化罐内压系统，内压出水回除氧器形成循环。冷却系统分内冷和外冷，内冷水和外冷水均来自 49℃储罐。外冷水出硫化罐后直接排入地沟，内冷水出硫化罐后根据温度分三个等级处理：100-155℃的水回除氧器，70-100℃的水进高温罐，70℃以下的水进过滤器。过滤器中的水经过溢流罐，大部分进入冷却塔冷却，冷却后的水进 49℃储罐，以提供内冷水和外冷水，如此循环。

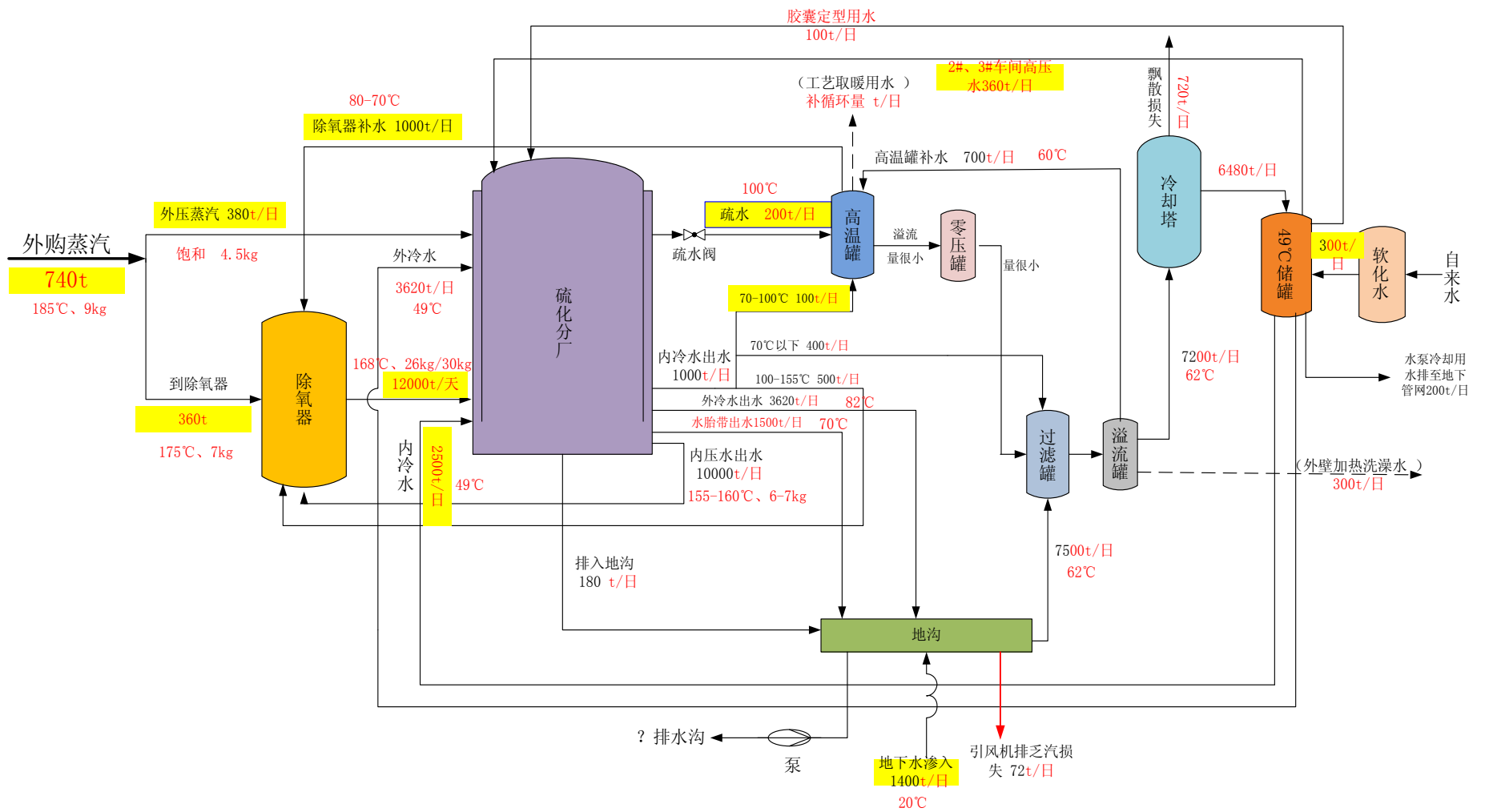


图2-5 热力系统示意图

---

## 第三章 企业能源管理系统

### 3.1 企业能源管理机构

#### 3.1.1 企业能源管理机构现状

为贯彻执行《中华人民共和国节约能源法》，公司出台了《能源管理制度》，建立了能源管理体系，并制定了节能技术监督管理规定及各项能源管理制度。对节能管理的组织领导、各部门的职责、节能技术的实施及节能规划的执行、节能技术监督工作的宣传教育培训等都进行了详细的规定。

XXXXXXXXXXXX 橡胶有限公司能源管理实行三级能源管理体系。公司坚持科学发展观，以节能降耗、清洁生产和发展循环经济为重点，不断完善能源管理体系建设，加强能源科学管理，先后成立了公司能源管理领导委员会和能源计量管理领导小组，统筹管理全公司的节能工作。

公司能源管理领导委员会，为公司能源管理工作的领导机构，主要成员为设备主管、生产厂长，主要根据能源标准供应良好的能源，并综合管理使用量，发现问题，解决问题。各生产分厂的能源管理工作由各分厂厂长担任，主要负责确认能源标准，检查使用设备，消除浪费因素，管理各工序使用量，分析并采取措施，进行整改。车间或工段的各组长担任能源管理员，负责班组的耗能原始记录、台帐、节能对策推进和能源使用监督。

---

能源管理委员会，由公司副总经理任组长，各职能部门和生产分厂设置能源管理小组。目前公司能源管理机构—节能办设在设备处，具体负责能源管理的日常工作。能源管理委员会的主要职责为统筹、综合、协调、管理企业的各项节能工作；贯彻国家节能方针、政策；为公司能源管理工作提供组织、资源、资金和技术等各项保障措施；组织实施企业节能规划、节能技改及年度节能计划；组织制定节能宣传培训计划并实施；审定企业节能奖惩；检查、总结全年节能工作。

节能办负责节能日常管理工作，主要职责为贯彻公司能源管理领导委员会的决定；落实国家、地方政府的法律、法规、规章、标准，并对其执行情况进行监督和检查；组织企业能源的统计和审计；编制节能技改计划；参与新项目的节能工作；推广应用节能新技术，组织职工开展节能合理化建议；负责对用能单位进行计量监督、标准监督、统计监督；按月按季按年做好能耗分析、节能工作总结和各类节能报表，建立节能管理技术档案；根据企业节能奖惩制度，提出节能奖惩分配方案等。

分厂节能小组的职责为负责分厂节能工作的原始记录管理和各项能源统计，定期向节能办报送各耗能工段的能源报表；监督检查本分厂的能源使用情况，对浪费能源的现象、违反能源管理制度的现象进行制止，并追查责任；结合本分厂生产工艺和管理业务，制定合理的用能标准和节能措施；按照规定的能源供应指标和能耗定额合理组织生产，将节能纳入工段经济核算；对本分厂的耗能设备加强管理，



---

保证设备经常在经济状态下运行；开展宣传教育工作，推广应用节能经验。

公司能源统计实行月报制，设备处每日统计各分厂的能源消耗情况，按月进行汇总，报经理室、财务科以及生产处。

公司具体的能源管理网络，见图 3-1。

### **3.1.2 企业能源管理机构**

公司制定了能源计量器具管理制度和能源计量统计管理制度。计量器具管理台帐完整，进出主要用能单位和主要次级用能单位计量器具配备齐全，准确度符合标准要求，为能耗定额考核提供了依据。公司能源统计实行月报制，设备处每日统计各分厂的能源消耗情况，按月进行汇总，报经理室、财务科以及生产处。

企业已建立了三级能源管理网络，并明确了各部门的职责，在企业能源管理和能源计量工作中能发挥效用，为企业的节能工作的开展打下了较好的基础。

## **3.2. 企业能源管理状况**

### **3.2.1. 企业能源管理制度**

该公司能源管理制度完善度汇总表见表 3-1。

表 3-1 公司能源管理制度完善度汇总表

序号	制度名称	有、否	完善度			备注
			好	中	差	
1	能源采购和审批管理制度	有	✓			
2	能源财务管理制度	有	✓			
3	能源生产管理制度	有		✓		
4	能源计量统计制度	有		✓		
5	能源计量器具管理制度	有	✓			
6	能源计量人员岗位责任制	有		✓		
7	能源消耗定额、考核标准 和节能奖惩制度	有	✓			
8	能源宣传教育和培训	有	✓			
9	节能技改措施	有	✓			

公司使用的能源品种虽然不多，但耗用量较大，要完全、有效地控制能源消耗，须进一步健全完善各类能源管理制度及岗位责任制度，即有关供能和用能的规章制度，包括能源采管理管理制度；用电、用水、用汽等管理制度；生活用能制度；能源计量、统计管理制度；能源消耗定额管理和奖惩考核制度等等。

### 3.2.2 企业能源计量管理

能源计量是企业实现科学管理的基础性工作。没有完善准确的计量器具配置，就不能为生产和生活各个环节提供可靠的数据。它也是评价一个企业管理水平的一项重要标志。

该公司在能源计量管理体系制度中明确了能源计量管理工作的归口管理,规定了能源计量管理工作中计量器具的选型、配备、采购、验收、检定、管理等制度。

公司能源计量系统包括电力、蒸汽、水及压缩空气。目前,各种能源计量器具在进出用能单位和进出主要次级用能单位上较为齐全,配备率达到 100%,运行正常;但电力、压缩空气的计量器具配备在进出主要用能设备上与国家标准 GB17167-2006《用能单位能源计量器具配备和管理通则》仍存在一定差距。

企业进出用能单位的计量器具配备率为 100%,进出主要次级用能单位的计量器具配备率为 100%,进出主要用能设备的计量器具配备率为 23.3%。(详见表 3-2)

**表 3-2 能源计量器具汇总表**

序号	能源计量类别	进出用能单位				主要次级用能单位				主要用能设备			
		应装数	安装数	配备率	完好率	应装数	安装数	配备率	完好率	应装数	安装数	配备率	完好率
		台	台	%	%	台	台	%	%	台	台	%	%
1	工业水	1	1	100	100	13	13	100	100	/	/	/	/
2	电力	1	1	100	100	11	5	45.5	100	38	5	13.2	100
3	蒸汽	2	2	100	100	5	5	100	100	5	5	100	100
4	压缩空气	1	1	100	100	7	7	100	100	/	/	/	/
合计		5	5	100	100	36	30	83.3	100	43	10	23.3	100

---

### 3.2.3 企业能源统计管理

能源统计是企业能源管理的一项重要内容，能源统计数据既是编制企业能源计划的重要依据，又是进行能源利用、分析、监督和控制能源消费的基础。只有对各部门能源消费进行统计，建立企业能源消费平衡表，掌握能源的来龙去脉，才能发现问题，找出能耗升降的原因，从而提高技术上和管理上的改进措施，不断提高能源管理水平。只有通过能源消费的统计分析，才能制定出合理的能耗定额，确保定额考核的严肃性和科学性。

在能源统计管理上，公司已初步建立了能源计量原始记录、统计台账，设有专人定期编制各类能源报表，并按规定向有关部门报送。建议企业根据能源在企业内部流动的过程及特点，按照能源购入、加工转换、输送分配和最终使用四个环节，对各种能源的消耗情况建立分类统计报表及台帐，确保数据的正确、及时、一致。

### 3.2.4 企业能源定额管理

该公司制定了各工序能耗定额考核指标，如各分厂蒸汽使用量考核指标、压缩空气使用量考核指标、电力使用量考核指标等。为强化对各分厂（车间或工段）成本的管理和考核，公司能够坚持月度分析和季度总结，设备处对各分厂目标成本的完成情况及时汇总统计，并下发到各分厂；各分厂按月分析，找出未完成指标的原因及提出改进的措施，并将月度成本分析报告报设备处、生产处。设备处全面总结季度成本目标完成情况，肯定成绩，找出不足，特别是对当月指标完成不理想的工段作为重点，跟踪检查，摸清原因，制定措施予以解决。

由于公司的产品结构对能耗、产品单耗均有影响，故应加强经济考核的实时监控制度，适时调整指标参数，按考核侧重点的不同，建

---

立产品重量、能耗、安全等相应权重的目标考核责任制，将能耗指标纳入各部门的经济考核，促进全体员工节能意识的提高是下一步管理工作的重点。

## 第四章 企业能源利用水平核定

### 4.1 企业能源消耗状况

该企业 2011 年消耗原料三胶的量为 64090.39t，年耗电力、蒸汽和自来水的量分别为：7681.38 万 kWh、31.03t、55.31 万 t，年综合能耗为 38974.1tce（当量值）、55313.71tce（等价值），吨三胶能耗为 608.11kgce/t、863.06 kgce/t。企业 2011 年总产值为 249145.8 万元，万元产值综合能耗为 0.156tce/万元（当量值）、0.222tce/万元（等价值）。

表 4-1 企业 2011 年能源消耗情况表

能源名称	实物量		折算系数		折标量 (t)	
	单位	数量	当量值	等价值	当量值	等价值
电力	万 kWh	7681.38	1.229t/万 kW·h	3.35t/万 kW·h	9440.42	25732.62
蒸汽	t	310306	0.09518t/t	0.09518t/t	29533.68	29533.68
工业水	t	553102	/	0.857 t/万 m <sup>3</sup>	/	47.40
综合能耗	tce				38974.1	55313.71
吨三胶能耗	kgce/t				608.11	863.06
万元产值综合能耗	tce/万元				0.156	0.222

根据中华人民共和国工业和信息化部办公厅 2012 年 6 月发布的 2011 年度化工行业重点用能产品能效标杆指标及企业名单，轮胎行业中标杆企业杭州中策橡胶有限公司万元产值综合能耗为 0.074tce/万元（统计范围和计算方法参照中国橡胶工业协会轮胎生产企业统计

---

办法)。该企业 2011 年万元产值综合能耗为 0.156tce/万元(当量值), 是国内轮胎行业能效标杆企业杭州中策的 2.1 倍。

## 4.2 基准能耗指标核定

本报告基准能耗的核定以硫化分厂和动力分厂的分摊给硫化分厂的能耗为边界。核定时间范围为 2011 年 10 月到 2012 年 9 月, 取最接近该企业现实生产情况的时间段。

### 4.2.1 全厂产品能耗指标核定

查企业 2011 年 10 月到 2012 年 9 月生产日报, 经统计核算分析, 此期间整个公司生产轮胎总量为 108691.9t, 合格量为 107977.4t, 不合格量为 714.44t。(计算过程为将每种轮胎的重量乘以轮胎条数再加和, 数据详见附件 1: 统计期内轮胎生产日报)

表 4-2 统计期内公司生产情况表

统计范围	生产量/t	合格量/t	不合格量/t
整个公司	108691.9	107977.4	714.44

查企业 2011 年 10 月到 2012 年 9 月能源消耗月报, 经统计核算分析, 此期间整个公司共消耗电力、蒸汽和水的量分别为: 7081.36 万 kWh、281675.5t 和 544456t (数据详见附件 2: 统计期内能源消耗月报)。企业购入蒸汽参数为: 温度 185℃、压力 0.9MPa, 查蒸汽热力性质表得蒸汽的焓值为 2789.33kJ/kg, 则该蒸汽的折标系数为:  
 $2789.33 \div 29307=0.0952\text{tce/t}$ 。

表 4-3 统计期内公司能源消耗统计表

能源名称	实物量		折算系数		折标量 (t)	
	单位	数量	当量值	等价值	当量值	等价值
电力	万 kWh	7081.36	1.229t/万 kWh	3.35t/万 kWh	8702.99	23722.56
蒸汽	t	281675.5	0.09518t/t	0.09518t/t	26808.81	26808.81
工业水	t	544456	/	0.857 t/万 m <sup>3</sup>	/	46.66
综合能耗	tce				35511.81	50578.04
吨轮胎能耗 (不计入自来水消耗量)	kgce/t				328.88	467.98
吨轮胎耗电量	655.82 kWh/t					
吨轮胎耗汽量	2.61t/t					
吨轮胎耗水量	5.04t/t					

根据《轮胎单位产品能源消耗限额（送审稿）》，工程轮胎的准入值为 657kgce/t，先进值为 415kgce/t。该企业统计期内吨轮胎能耗（不计入自来水消耗量）为 467.98 kgce/t（等价值），达到了轮胎准入值的要求，但比先进值能耗高 12.77%，宏观对标说明企业存在较大的节能空间。

表 4-4 轮胎产品技术要求（单位：kgce/吨轮胎）

轮胎品种	限定值	准入值	先进值
全钢子午线轮胎	495	390	287
半钢子午线轮胎	532	469	406
斜交轮胎	646	—	—
工程轮胎	900	657	415

注：本指标不统计压缩空气和自来水的消耗



#### 4.2.2 硫化工序能耗核定

查企业 2011 年 10 月到 2012 年 9 月生产日报,经统计核算分析,此期间硫化车间生产的轮胎总量为 89923.69t,合格量为 89297.44t,不合格量为 626.24t。(计算过程为将每种轮胎的重量乘以轮胎条数再加和,数据详见附件 1:统计期内轮胎生产日报)

**表 4-5 统计期内硫化车间生产情况表**

统计范围	生产量/t	合格量/t	不合格量/t
硫化车间	89923.69	89297.44	626.24

查企业 2011 年 10 月到 2012 年 9 月能源消耗月报,经统计核算分析,此期间硫化工序(包括硫化车间能耗和动力站房分摊能耗)共消耗电力、蒸汽和水的量分别为:1482.78 万 kWh、230935t 和 17503t(数据详见附件 2:统计期内能源消耗月报)。

**表 4-6 统计期内硫化工序能源消耗统计表**

能源名称	实物量		折算系数		折标量(t)	
	单位	数量	当量值	等价值	当量值	等价值
电力	万 kWh	1482.78	1.229t/万 kWh	3.35t/万 kWh	1822.34	4967.31
蒸汽	t	230935	0.09518t/t	0.09518t/t	21979.52	21979.52
工业水	t	17503	/	0.857 t/万 m <sup>3</sup>	/	1.50
综合能耗	tce				23801.86	26948.34
吨轮胎能耗(不计入自来水消耗量)	kgce/t				266.55	301.76
吨轮胎耗电量	166.05kWh/t					
吨轮胎耗汽量	2.59t/t					
吨轮胎耗水量	0.196t/t					

## 第五章 热力系统节能诊断

### 5.1 蒸汽管网热平衡及其分析

蒸汽管网热平衡分析选取的体系为从蒸汽购入口到使用蒸汽的硫化分厂进口的蒸汽管网，如下图 5-1 所示。

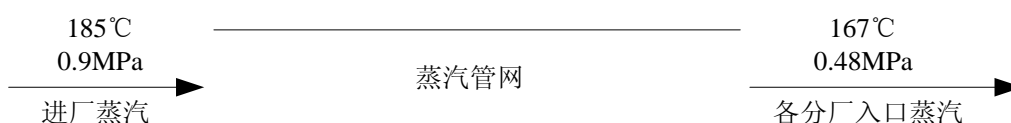


图5-1 蒸汽管网热平衡分析体系

查蒸汽热力性质表，进厂蒸汽（185℃、0.9MPa）的焓值为 2789.33kJ/kg，经过蒸汽管网到各分厂进口蒸汽（167℃、0.48MPa）的焓值为 2776.29kJ/kg。经现场调查，管道无蒸汽泄漏，无疏水损失，蒸汽管道损失估算为：

$$(2789.33-2776.29) \div 2789.33 = 0.47\%$$

经现场查看，该企业蒸汽管道保温良好，且无明显蒸汽泄漏现象，只是个别接口处尚处于裸露状态（见下图 5-2）。建议企业进一步做好接口处的保温，减少蒸汽传输中的管道损失。

现场测蒸汽管道表面温度为 29.8℃，环境温度约为 20℃，风速为 3-4 级（5m/s），根据《热力输送系统节能监测》（GB/T 15910-2009），当管内介质温度为 185℃、测点附近风速 5m/s 时，常年运行的热力输送系统的保温结构表面温升的最大允许值为 11.17℃。该测点管道表面温升为 9.8℃，满足标准要求，保温情况良好。



图 5-2 蒸汽管网现场图

## 5.2 硫化分厂与动力分厂水平衡、汽平衡及其分析

### 5.2.1 硫化工序水、汽平衡

本次平衡分析的是硫化分厂和动力分厂中的除氧器部分。根据现场查看及与相关技术人员沟通讨论，作出现阶段硫化工序的水汽平衡图如下图 5-3 所示。

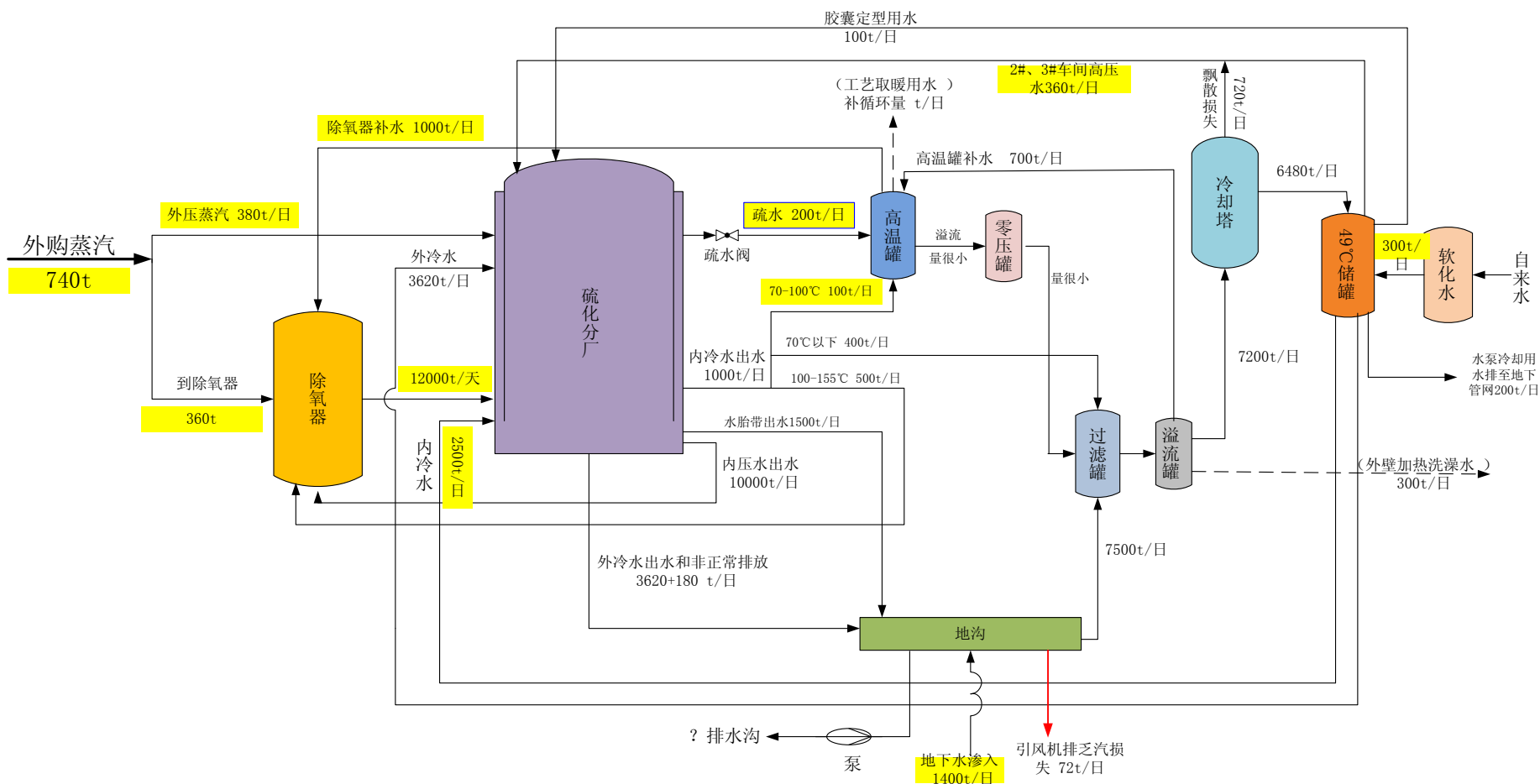


图5-3 水汽系统平衡图

注：图中用黄颜色标示数值为厂方技术人员提供的计量值，未标明黄色的数值为统计平均值和经验值

硫化分厂和除氧器的水平衡表如下所示：

**表 5-1 硫化分厂水平衡表（单位：t/d）**

进			出			
外压蒸汽	380	2.00%	疏水冷凝水	200	1.05%	
内压过热水	12000	63.29%	内压出水	10000	52.74%	
外冷水	3620	19.09%	外冷水出水	3620	19.09%	
内冷水	2500	13.19%	内冷水出水	100-155℃	500	2.64%
				70-100℃	100	0.53%
				70℃以下	400	2.11%
2#、3#车间高压	360	1.90%	内胎水出水	1500	7.91%	
胶囊定型用水	100	0.53%	不明损失	2640	13.92%	
合计	18960	100.00%	合计	18960	100%	

由上表可知，硫化分厂进出水量不平衡，存在不明水。外压汽产生的冷凝水每天有 180t 去向不明，内压和内冷系统也未达成平衡，存在非正常排放。

**表 5-2 除氧器水平衡分析（单位：t/d）**

进			出		
蒸汽	360	3.00%	内压过热水	12000	100%
内压水出水回除氧器	10000	83.33%			
内冷水 100-155℃回水	500	4.17%			
除氧水补水	1000	8.33%			
不明水量	140	1.17%			
合计	12000	100.00%	合计	12000	100%

由上表可知，除氧器进水和出水是基本平衡的，但是除氧器每天存在 1000t 的不合理补水。理论上，内压水系统为一个循环系统，在正常情况下，应该有水排出系统外，所以，对 1000t 的不合理补水有

必要进行深入的分析，查找问题的原因，提出有针对性的方案。

## 5.2.2 硫化工序水、汽平衡分析

### 一、内压系统理论循环模型分析

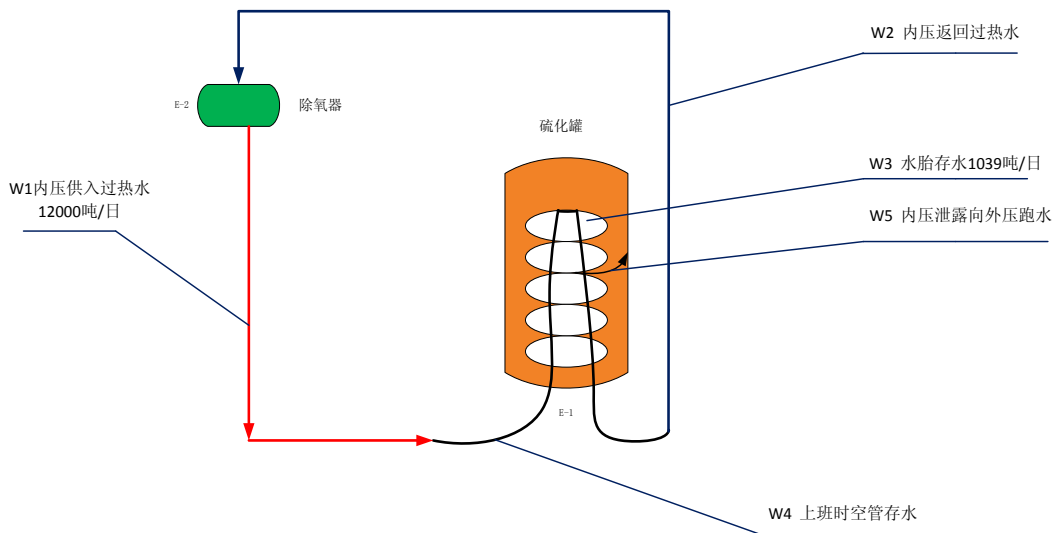


图5-4 内压系统理论循环模型分析

假设 1：除氧器是个封闭系统

水平衡关系式： $W1=W2+W3+W4+W5$                       公式 5—1

其中：W1 内压供入过热水 12000 吨/日；

W2 内压返回过热水量；

W3 水胎存水量 1039 吨/日，来源—硫化罐热平衡；

W4 上班时空管存水量（此处忽略）；

W5 内压泄露向外压跑水量；

代入公式 5-1： $W2= 10961-W5$                       公式 5—2

分析小结：

1、公式 5—2 表明：跑水量 W5 越多，返回水 W2 就越少，内压

系统需要的补水就越多（目前日补水 1000 吨）；

2、微量跑水，指跑水产生的散蒸汽不至于使硫化罐超压，这样可以替代外压蒸汽，外压汽节省了，热能不浪费；

3、大量跑水，过热水散蒸后造成硫化罐超压，目前是采取人工放空泄压，造成大量蒸汽浪费，这些热量以散蒸汽和热水的形式排入地沟，其中在罐内散蒸汽约占 3.75%，水约占 96.25%，排出罐体外时，进一步散蒸，汽约占 12%，水约占 88%。

大量跑水时，新的控制方案不论采取任何控制措施，只能保证硫化罐正常运行，即泄压排空，以牺牲能耗为代价保证工艺要求的压力，此时节能依赖于对排空蒸汽的回收和排空冷凝水的回收，通过两种不同的回收方式使热能在系统内循环使用。

## 二、除氧器水平衡模型分析

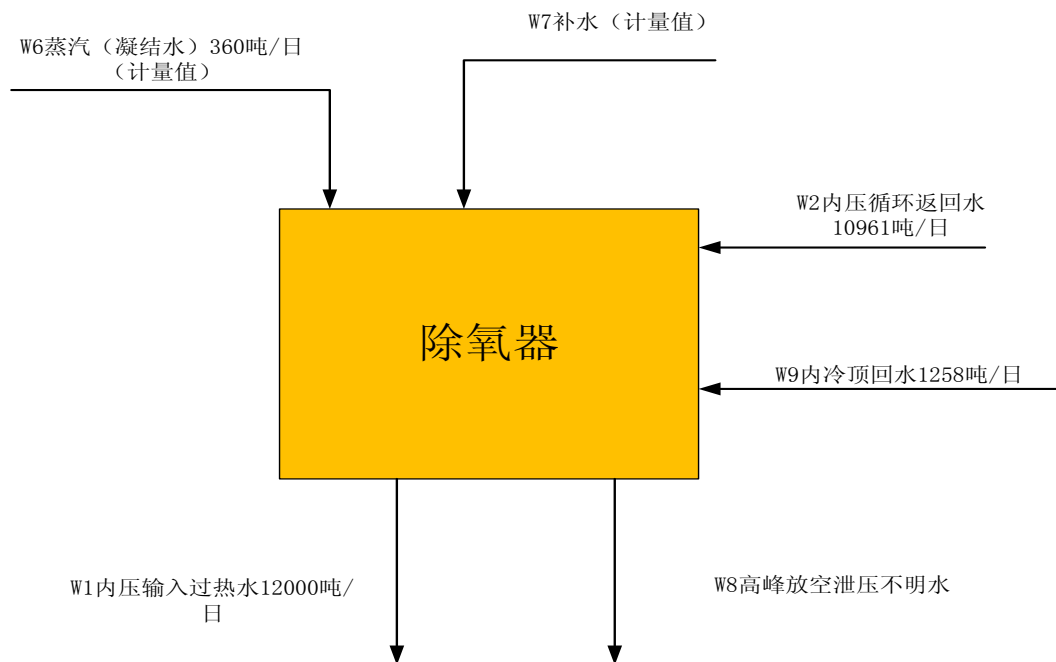


图5-5 除氧器水平衡模型

---

水平衡关系式:

$$W9+W2+W7+W6=W1+W8 \quad \text{公式 5—3}$$

其中: W6 蒸汽(凝结水)量 360 吨/日(计量值)

W7 补水量

W2 内压循环返回水量 10961 吨/日

假设 2: 内压不跑水, 即  $W5=0$

由公式 5-2:  $W2=10961-W5=10961$

W9 内冷顶回水量 1258 吨/日;

由硫化罐热平衡知: 水胎水  $155^{\circ}\text{C}$ , 2310 公斤, 焓值为 655.1KJ/Kg。  
粗略计算, 设顶出  $100^{\circ}\text{C}-155^{\circ}\text{C}$  水平均值为  $128^{\circ}\text{C}$ , 焓值为 539.5 KJ/Kg,  
由能量平衡:

$$655.1 \times 2310 + 207.39 \times (X - 2310) = 539.5 \times X, X = 3114 \text{ 公斤/每罐};$$

理论上内冷顶回水 = 3114 公斤 \* 450 罐 = 1401.3 吨/日;

W8 除氧器高峰放空泄压不明水量;

W1 内压输入过热水量 12000 吨/日(计量值);

假设 3: 除氧器高峰放空泄压不明水  $W8=0$

$$\begin{aligned} W7 &= W1 + W8 - W9 - W2 - W6 \\ &= 12000 + 0 - 1401.3 - 10961 - 360 = -722.3 \quad \text{公式 5—4} \end{aligned}$$

分析小结:

公式 5—4 表明, 假定内压不泄露、除氧器不向外放空, 理论上内冷每天顶回  $128^{\circ}\text{C}$  水 1401.3 吨, 与内压系统关联的  $70^{\circ}\text{C}$  以下阀门及  $70^{\circ}\text{C}-100^{\circ}\text{C}$  阀门全部无泄漏、无人为的违规操作, 则内压系统每天



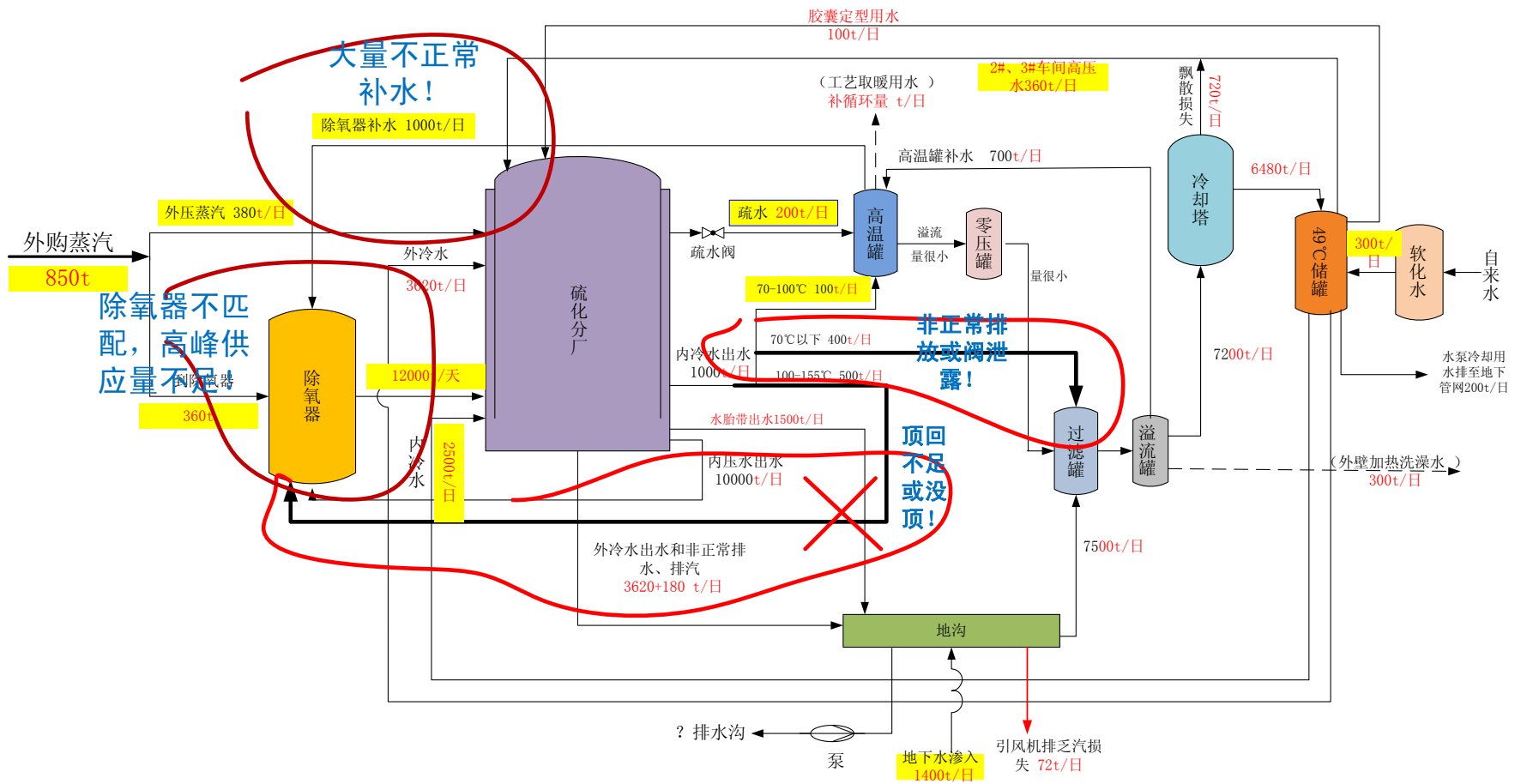
---

要向系统外排水!

恰恰相反,目前的现状是每天向内压系统补水 1000 吨(水温 80℃左右),将这些水提高到 165℃,需要大约 119 吨蒸汽。

计算分析及现场初步调查表明,上述假设均不成立!。

具体分析详见下图。



不正常补水分析图

### 三、内压系统存在的问题及对策

#### 1、内压跑水，需要补水；

原因：模具接口密封不严、工人操作难度大。

对策：散蒸汽回收、热水回收（详见 6.2），建议厂方加强模具密封性改进，加强对操作工的考核。

2、现场初步检测表明（阀门照片见下图 5-6），内压系统关联的 70℃ 以下阀门及 70℃-100℃ 阀门部分存在泄漏现象（不论是阀漏还是人为因素），不合理添加的 1000 吨水有多少通过这些阀门泄露排向了冷却系统，目前不得而知。



图 5-6 现场阀门照片

---

原因：阀门损坏或操作人员关阀不到位，或操作工未按规程操作，无识别、无监控。

对策：智能化管控（详见 6.1），杜绝内压系统关联的 70℃以下阀门及 70℃-100℃阀门出现泄漏现象。

3、除氧器有时不得不向外放空；

原因：负荷波动大，除氧器 30 立方米，高峰需求 185 立方米，大供时补水，大回时无法承接被迫排空以释放压力，排空水量目前无计量、无识别、无监控；

对策：智能化管控（详见 6.1）、增加除氧水储存能力。

4、内冷顶回除氧器的 100℃-155℃水水量可能不足，需要补水；

原因：控制不科学，或操作工未按规程操作，无识别、无监控。

对策：智能化管控（详见 6.1），将顶回水与除氧器系统进行智能化联动，采用新的自动控制阀门系统替代连箱，不用人工操作。

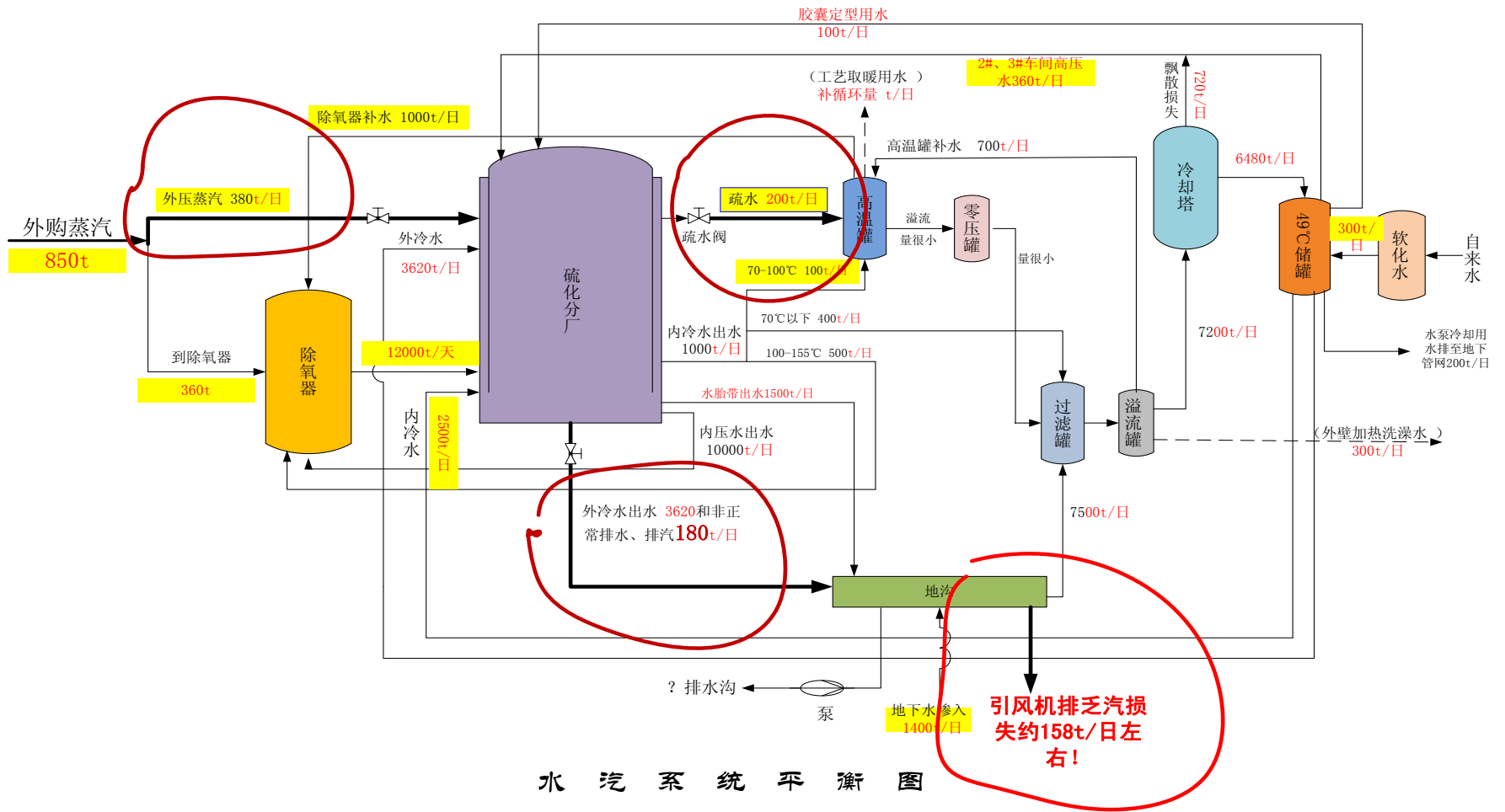
5、难免存在违章操作；

原因：可控制性不够

对策：智能化管控（详见 6.1），计量、单耗考核、建立奖惩制度（详见第七章）。

#### 四、外压系统存在的问题及对策

分析详见下图。



---

1、疏水不正常，每天有 180 吨蒸汽去向不明；

原因：疏水阀安装不合理，有时产生“汽死”现象，部分蒸汽冷凝水及“跑水”不得不通过人工打开底部阀门排空，排空时只能凭经验或个人感觉来操作，造成大量浪费，根据硫化罐热平衡分析初步判断，每天 180 吨不明损失蒸汽中约有 158 吨蒸汽通过罐底向地沟排放，22 吨蒸汽疏水向地沟排放。

疏水阀和罐底阀门是否正常工作无识别、无监控。

对策：对罐底阀门进行智能化管控（详见 6.1），采用电控疏水方式疏水，实现识别、控制一体化，对热水进行回收利用（详见 6.2）。

2、工艺余汽放空，跑水散蒸汽放空

原因：没有回收装置，没有管控系统。

对策：安装蒸汽回收利用系统（详见 6.2），智能化管控（详见 6.1）

## 五、建议

建议 1：建议厂方选取一台硫化罐安装计量仪表、智能化控制装置及余热回收装置，作为整个热力系统实现智能化控制和余热回收循环利用的实验罐，通过实际运行，取得准确的、完整的系统参数和能量平衡数据，为下一步热力系统全面节能改造的方案设计提供设计参数和边界条件，为开展合同能源管理项目奠定基础，为进一步利用物理显热提供实验依据，为厂方轮胎产品试验提供先进的试验装置。为节能技改提供全面的科学的决策依据。

建议 2：开展以吨重能耗为基础的考核、奖惩制度（详见第七章）。

---

## 5.3 硫化分厂热平衡及其分析

### 5.3.1 热平衡计算时的基准

体系：以整个硫化分厂作为体系。

时间：针对硫化分厂一天的热量消耗进行分析。

基准温度：以 0℃ 为基准。

二次能源的能量计算：按当量值进行计算。

### 5.3.2 硫化分厂的热平衡

硫化分厂外压系统一天需要消耗蒸汽量为 380t/d，内压系统需要耗过热水 12000t/d（折合除氧器蒸汽量为 360t/d）。硫化分厂一年共消耗蒸汽 230935t/a，则年运行时间为  $230935 \div (380+360) = 312.07$  天。硫化分厂一年共生产轮胎 89923.69t/a，则一天的产量为  $89923.69 \div 312.07 = 288.148\text{t/d}$ 。

根据单罐数据知，0.52t 的轮胎对应于金属（模具和外壳）22t，则一天 288.148t 轮胎对应于金属(模具和外壳)为 12190.9t；生产 0.52t 的轮胎产生的表面散热损失为 143.89MJ，则一天生产 288.148t 轮胎产生的表面散热损失为 79.7GJ。

#### (1) 输入能量：

##### ①蒸汽带入热量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 380 \cdot 2798 / 1000 = 1063.2\text{GJ}$$

---

m	蒸汽耗量	380	t	硫化分厂一天的统计值
T	温度	175	℃	实测
P	压力	5.5	bar	实测

---

h	焓	2798	MJ/t	由物质状态得到
---	---	------	------	---------

### ②外压冷水带入热量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 3620 \cdot 205.23 / 1000 = 744.3 \text{ GJ}$$

m	冷水耗量	3620	t	经验值
T	温度	49	°C	实测
P	压力	5	bar	实测
h	焓	205.23	MJ/t	由物质状态得到

### ③过热水净带入热量

$$Q = Q_{\text{进}} - Q_{\text{出}}$$

$$Q_{\text{进}} = m \cdot h / 1000 = 12000 \cdot 698.4 / 1000 = 8380.8 \text{ GJ}$$

m	过热水流入量	12000	t	统计值
T	温度	165	°C	实测
P	压力	26	bar	实测
h	焓	698.4	MJ/t	由物质状态得到

$$Q_{\text{出}} = m \cdot h / 1000 = 10000 \cdot 654.9 / 1000 = 6549 \text{ GJ}$$

m	过热水流出量	10000	t	经验值
T	温度	155	°C	实测
P	压力	23	bar	实测
h	焓	654.9	MJ/t	由物质状态得到

得：

$$Q = Q_{\text{进}} - Q_{\text{出}} = 8380.8 - 6549 = 1831.8 \text{ GJ}$$

### ④内冷水能量



$$Q = m \cdot h / 1000 = 2500 \cdot 207.7 / 1000 = 519.3 \text{ GJ}$$

m	容积内压水量	2500	t	经验值
T	温度	49	°C	实测
P	压力	30	bar	实测
h	焓	207.7	MJ/t	由物质状态得到

### ⑤2、3#车间高压水能量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 360 \cdot 207.7 / 1000 = 74.8 \text{ GJ}$$

m	容积内压水量	360	t	统计值
T	温度	49	°C	实测
P	压力	30	bar	实测
h	焓	207.7	MJ/t	查表

### ⑥胶囊定型用水能量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 100 \cdot 207.7 / 1000 = 20.8 \text{ GJ}$$

m	容积内压水量	100	t	经验值
T	温度	49	°C	实测
P	压力	30	bar	实测
h	焓	207.7	MJ/t	查表

## (2) 输出能量:

### ①疏水输出能量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 200 \cdot 419 / 1000 = 83.8 \text{ GJ}$$

m	疏水量	200	t	统计值
---	-----	-----	---	-----

T	温度	100	°C	经验值
P	压力	1.013	bar	经验值
h	焓	419	MJ/t	由物质状态得到

### ②外冷出水输出能量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 3620 \cdot 335 / 1000 = 1212.7 \text{GJ}$$

m	外冷出水量	3620	t	经验值计
T	温度	80	°C	经验值
P	压力	1.013	bar	经验值
h	焓	335	MJ/t	由物质状态得到

### ③表面散热损失

0.52t 的轮胎对应于表面散热损失为 143.89MJ，则一天 288.148t 轮胎对应于表面散热损失为 79.7GJ。

即  $Q = 79.7 \text{GJ}$ 。

### ④内冷高温出水能量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 500 \cdot 537 / 1000 = 268.5 \text{GJ}$$

m	内冷高温出水耗量	500	t	经验值
T	温度	127.5	°C	经验值
P	压力	23	bar	经验值
h	焓	537	MJ/t	由物质状态得到

### ⑤内冷中温出水能量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 100 \cdot 356 / 1000 = 35.6 \text{GJ}$$

m	内冷中温出水耗量	100	t	统计
T	温度	85	°C	经验值
P	压力	23	bar	经验值
h	焓	356	MJ/t	由物质状态得到

### ⑥内冷低温出水能量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 400 \cdot 293 / 1000 = 117.2 \text{GJ}$$

m	内冷低温出水耗量	400	t	经验值
T	温度	70	°C	经验值
P	压力	23	bar	经验值
h	焓	293	MJ/t	由物质状态得到

### ⑦内胎水出水能量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 1500 \cdot 293 / 1000 = 439.5 \text{GJ}$$

m	内胎水出水量	1500	t	经验值
T	温度	70	°C	经验值
P	压力	23	bar	经验值
h	焓	293	MJ/t	由物质状态得到

## (3) 能量平衡表

能量平衡表如下所示：

表 5-3 硫化分厂能量平衡表

序号	输入能量			输出能量		
	项目	能量值 /GJ	百分 数/%	项目	能量值 /GJ	百分 数/%
1	外压蒸汽	1063.2	25.0	疏水	84.0	2.0
2	外冷水	744.3	17.5	外冷出水	1246.0	28.5
3				表面散热损失	79.7	1.9
	<b>小计 1</b>	<b>1807.5</b>		<b>小计 1</b>	<b>1376.2</b>	
4	内压热水净入能 量	1831.8	43.1	内冷高温	268.5	6.3
5	内冷水	519.3	12.2	内冷中温	35.8	0.8
6	2#、3#车间高压水	74.8	1.8	内冷低温	118.0	2.8
7	胶囊定型用水	20.8	0.5	内胎水出水	442.4	10.3
	<b>小计 2</b>	<b>2446.6</b>		<b>小计 2</b>	<b>860.8</b>	
8				未知损失	2017.1	47.4
	<b>合计</b>	<b>4254.1</b>	<b>100</b>	<b>合计</b>	<b>4254.1</b>	<b>100</b>

硫化分厂输入能量分布饼图为：

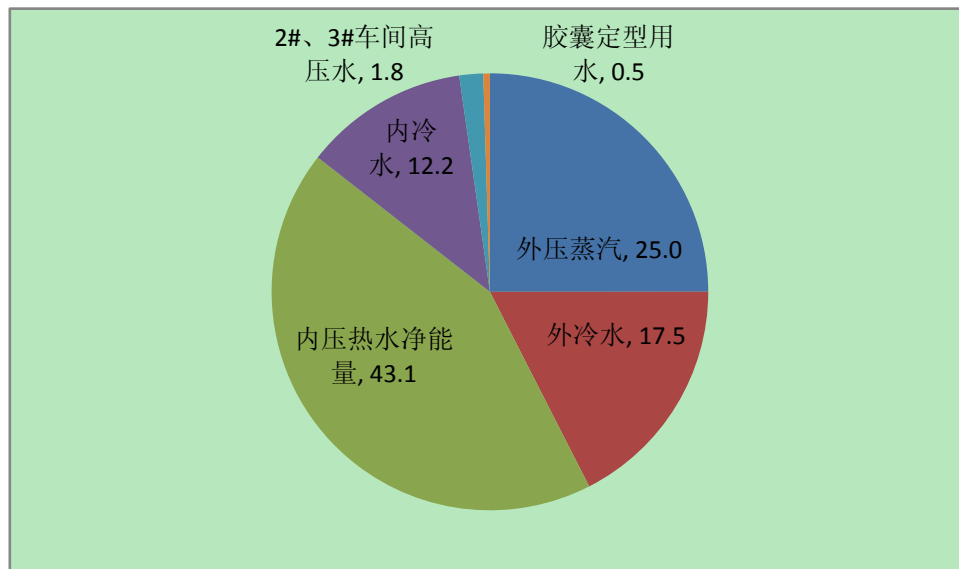


图 5-7 硫化分厂输入能量分布饼图

硫化分厂输出能量分布饼图为：

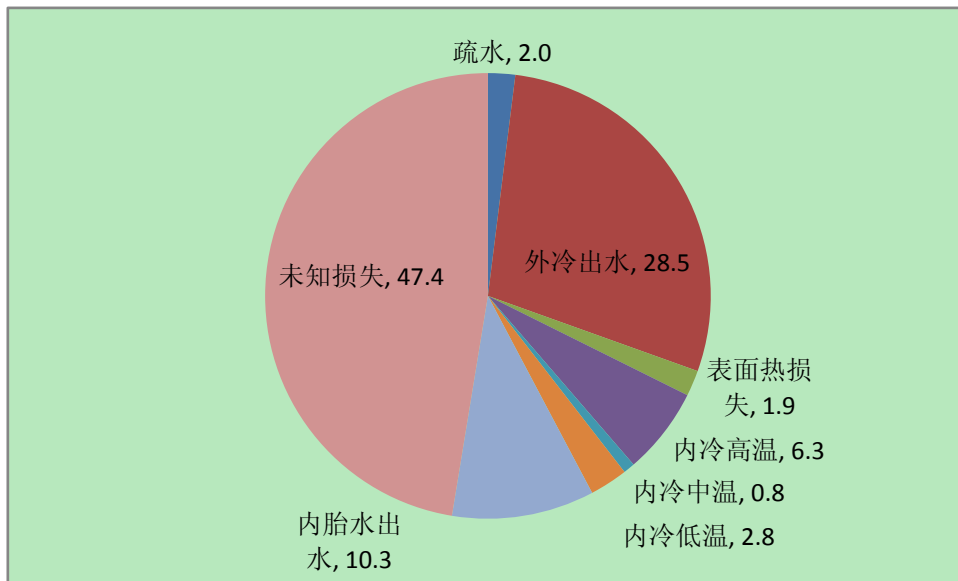


图 5-8 硫化分厂输出能量分布饼图

#### (4) 分析

在能量平衡过程中，输出能量存在很大的未知损失 2017.1GJ，分析原因有：

1. 由蒸汽的物质平衡知，进入蒸汽 380t/d，疏水量为 200t/d（其中部分可能来自于内压过热水），至少存在 180t/d 的泄漏，其中一部分以蒸汽形式泄露，一部分以水的形式泄露。经排查，由于阀门不严等原因，发现大量蒸汽和疏水经硫化罐的下水管道排入地沟。

2. 内压水经硫化罐后，存在从“连箱”后的“中温”和“低温”管道泄漏的现象。内冷高温回收水量可能不足，少于水胎中的过热水量，造成热损失。

3. 由于计量原因，本次能量平衡采用的数据部分为统计平均值和经验值。

硫化分厂一天供入的能量  $Q_t$  有外压蒸汽和内压过热水（折成除氧器消耗的蒸汽量），有效利用的能量  $Q_e$  为轮胎（一天 244.148t）最高工艺温度与初始温度的显热之差。则：

---

$$Q_t=380+360=740 \text{ (t 蒸汽)} = 2070.52\text{GJ}$$

$$Q_e=244.148 \times 1.7 \times (150-25) = 51881\text{MJ} = 51.88\text{GJ}$$

得：

$$\text{单位产品汽耗： } q_q=740 \div 244.148=3.03 \text{ (t 蒸汽/t 轮胎)}$$

$$\text{单位产品热耗： } q_r=2070.52 \div 244.148=8.48 \text{ (GJ/t 轮胎)}$$

$$\text{硫化罐正平衡热效率为： } \eta=Q_e \div Q_t \times 100\%=2.51\%$$

根据单个硫化罐的热平衡数据可知，0.52t 轮胎产品生产过程中，外压系统存在“未知的泄漏能量 A 985.5MJ”（折合蒸汽 352kg），根据统计平均值一天生产 450 罐，估计一天“未知泄漏的能量”为  $985.5 \times 450 = 443475\text{MJ} = 443.475\text{GJ}$ ，折合蒸汽量  $443.475 \div 2798 = 158\text{t}$ 。

预计经改造后，可节约上述“未知泄漏的能量”的 80%；同时预计可减少内压系统 155℃ 的热水损失，从而避免除氧器系统每天不合理补水的现象出现，由此可减少除氧器蒸汽供应能量为  $1000 \times 4.1816 \times (155 - 75) = 334528\text{MJ} = 334.5\text{GJ}$ ，折合蒸汽量为 119t，保守估计可节约 80%。

有：

$$\text{每天节能量} = (443.475 + 334.5) \times 80\% = 622.38\text{GJ} = 222.4 \text{ (t 蒸汽)}$$

$$\text{硫化分厂一天供入的能量 } Q'_t = Q_t - 622.38 = 1448.1\text{GJ} = 517.6 \text{ (t 蒸汽)}$$

于是改造后：

硫化罐正平衡热效率： $\eta' = Q_e \div Q'_t \times 100\% = 3.58\%$ ，提高 42.7%（相对值）。

$$\text{单位产品汽耗： } q'_q = 517.6 \div 244.148 = 2.12 \text{ (t 蒸汽/t 轮胎)}, \text{降低 } 30.0\%。$$

$$\text{单位产品热耗： } q'_r = 1448.1 \div 244.148 = 5.87 \text{ (GJ/t 轮胎)}, \text{降低 } 30.0\%。$$

---

## 5.4 典型耗汽设备硫化罐热平衡及其分析

通过对单台硫化罐进行能量平衡计算，分析平衡状况，找出可能的节能潜力，提出节能降耗的技术措施。

### 5.4.1 能量平衡计算时的基准

体系：以单个硫化罐作为系统进行研究。

时间：针对硫化罐生产一个周期中升温保温阶段和降温阶段分别进行能量平衡分析，未包括辅助生产阶段的能量平衡计算。

基准温度：以 0℃ 为基准。

二次能源的能量计算：按当量值进行计算。

### 5.4.2 单个硫化罐升温保温阶段能量平衡

#### (1) 输入能量：

##### ① 蒸汽带入热量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 760 \cdot 2798 / 1000 = 2126.5 \text{ MJ}$$

---

m	蒸汽耗量	760	kg	2, 3#车间统计平均至单个罐
T	蒸汽温度	175	℃	实测
P	蒸汽压力	5.5	bar	实测
h	蒸汽焓	2798	kJ/kg	由蒸汽状态得到

---

##### ② 壳体及模具（简称：金属）带入热

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T - 0) / 1000 = 22000 \cdot 0.46 \cdot (80 - 0) / 1000 = 809.6 \text{ MJ}$$

---

m	金属质量	22000	kg	实测
---	------	-------	----	----

---

T	金属温度	80	°C	实测
Cp	金属比热	0.46	kJ/(kg · K)	查表

### ③橡胶带入热

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T - 0) / 1000 = 520 \cdot 1.7 \cdot (25 - 0) / 1000 = 22.1 \text{ MJ}$$

m	橡胶质量	520	kg	实测
T	橡胶温度	25	°C	实测
Cp	橡胶比热	1.7	kJ/(kg · K)	查表

### ④过热水净带入热量

$$Q = Q_{\text{进}} - Q_{\text{出}}$$

$$Q_{\text{进}} = m \cdot h / 1000 = 8050 \cdot 698.4 / 1000 = 5622.1 \text{ MJ}$$

m	过热水流入量	8050	kg	2, 3#车间统计平均至单个罐
T	过热水流入温度	165	°C	实测
P	过热水流入压力	26	bar	实测
h	过热水流入焓	698.4	kJ/kg	由过热水状态得到

$$Q_{\text{出}} = m \cdot h / 1000 = 5740 \cdot 654.9 / 1000 = 3759.3 \text{ MJ}$$

m	过热水流出量	5740	kg	经验值
T	过热水流出温度	155	°C	实测
P	过热水流出压力	23	bar	实测
h	过热水流出焓	654.9	kJ/kg	由过热水状态得到

得:

$$Q = Q_{\text{进}} - Q_{\text{出}} = 5622.1 - 3759.3 = 1862.8 \text{ MJ}$$

### ⑤橡胶硫化反应放热



---

橡胶硫化反应是放热反应，反应热较小，输入能量忽略不计。

## (2) 输出能量:

### ①疏水输出能量

$$Q=m \cdot h / 1000=700 \cdot 419 / 1000=293.3 \text{MJ}$$

---

m	疏水量	700	kg	2, 3#车间统计平均至单个罐
T	疏水温度	100	°C	经验值
P	疏水压力	1.013	bar	经验值
h	疏水焓	419	kJ/kg	由疏水状态得到

---

### ②容积蒸汽

$$Q=m \cdot h / 1000=9.08 \cdot 2729 / 1000=24.8 \text{MJ}$$

---

m	容积蒸汽质量	9.08	kg	由 $4\text{m}^3$ 体积及蒸汽密度计算
P	容积蒸汽压力	4	bar	测试平均
h	容积蒸汽焓	2738	kJ/kg	由饱和蒸汽状态得到

---

### ③不明排放的蒸汽

硫化罐生产时，操作人员为避免外压积水导致产品不合格，往往采取人工排放疏水的方法，由于无法识别的原因，同时存在误排蒸汽的现象，造成大量的不明蒸汽泄漏和热水泄露。泄露的水量和蒸汽量并未进行计量，无法进行估计，所以通过能量平衡计算来反推不明排放的蒸汽量。

### ④表面散热

$$Q = \alpha A (T - 0) * t / 1000 = 11.42 * 35 * (75 - 35) * 2.5 * 60 * 60 / 1000 = 143.9 \text{ MJ}$$

$\alpha$	导热系数	11.42	W/(m <sup>2</sup> · K)	根据 GB/T17357 公式计算
A	表面积	35	m <sup>2</sup>	测试
T	温度	75	°C	测试平均值
t	升温保温时间	3*60*60	秒	统计平均值

### ⑤壳体及模具（简称：金属）最高显热

$$Q = m * C_p * (T - 0) / 1000 = 22000 * 0.46 * (147 - 0) / 1000 = 1487.6 \text{ MJ}$$

m	金属质量	22000	kg	实测
T	金属温度	147	°C	经验值
C <sub>p</sub>	金属比热	0.46	kJ/(kg · K)	查表

### ⑥橡胶最高显热

$$Q = m * C_p * (T - 0) / 1000 = 520 * 1.7 * (150 - 0) / 1000 = 132.6 \text{ MJ}$$

m	橡胶质量	520	kg	实测
T	橡胶温度	150	°C	估计
C <sub>p</sub>	橡胶比热	1.7	kJ/(kg · K)	查表

### ⑦容积内压水能量

$$Q = m * h / 1000 = 2310 * 654.9 / 1000 = 1512.8 \text{ MJ}$$

m	容积内压水量	2310	kg	水胎容积 330*水胎个数 7
T	容积内压水温度	155	°C	采用出口内压水参数
P	容积内压水压力	23	bar	采用出口内压水参数
h	容积内压水焓	654.9	kJ/kg	由内压水状态得到

### (3) 能量平衡表及分析

能量平衡表如下表所示。

考虑到外压蒸汽输入能量较大，而橡胶是热的不良导体，且升温耗热量不大，暂不考虑内外压系统之间的传热，则外压系统只考虑模具和金属罐的吸热以及表面散热和排放热，由此建立外压系统平衡。

**表 5-4 升温及保温阶段能量平衡表**

序号	输入能量			输出能量		
	项目	能量值/MJ	百分数/%	项目	能量值/MJ	百分数/%
一	假定外压部分平衡：未知的泄漏能量 A=986.5MJ，折合蒸汽 352kg。					
1	蒸汽输入能量	2126.5	46.2	疏水输出能量	293.3	6.1
2	金属显热输入能量	809.6	17.6	容积蒸汽	24.8	0.5
3				表面散热损失	143.9	3.0
4				金属显热最高能量	1487.6	30.9
5				未知的泄漏能量 A	986.5	20.5
6	小计 1	2936.1		小计 1	2936.1	
二	假定内压部分平衡：未知的泄漏能量 B=239.5MJ。					
7	橡胶显热输入能量	22.1	0.5	橡胶显热最高能量	132.6	2.8
8	内压过热水净入能量	1862.8	35.8	容积内压水能量	1512.8	31.4
9	橡胶硫化反应放			未知的泄漏能量 B	239.5	5.0

序号	输入能量			输出能量		
	项目	能量 值/MJ	百分 数/%	项目	能量 值/MJ	百分数 /%
	热					
10	小计 2	1884.9		小计 2	1884.9	
	合计	4821.0	100	合计	4821.0	100

升温保温阶段输入能量分布：

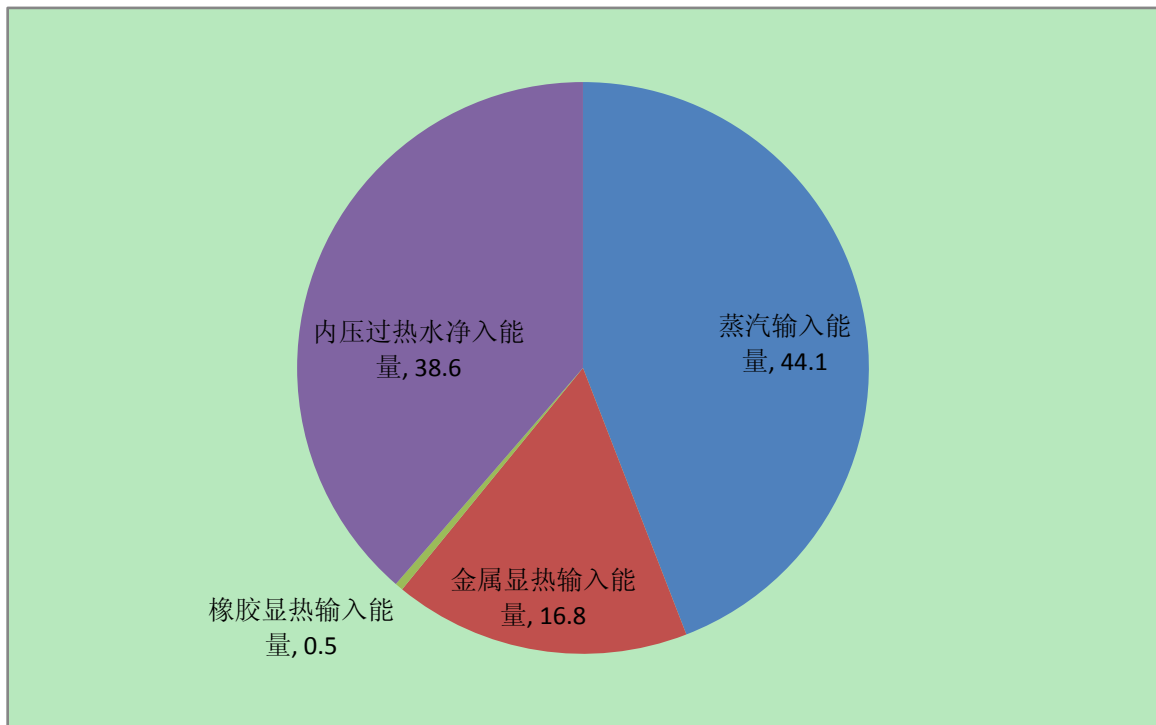


图 5-9 升温保温阶段输入能量分布图

升温保温阶段输出能量分布：

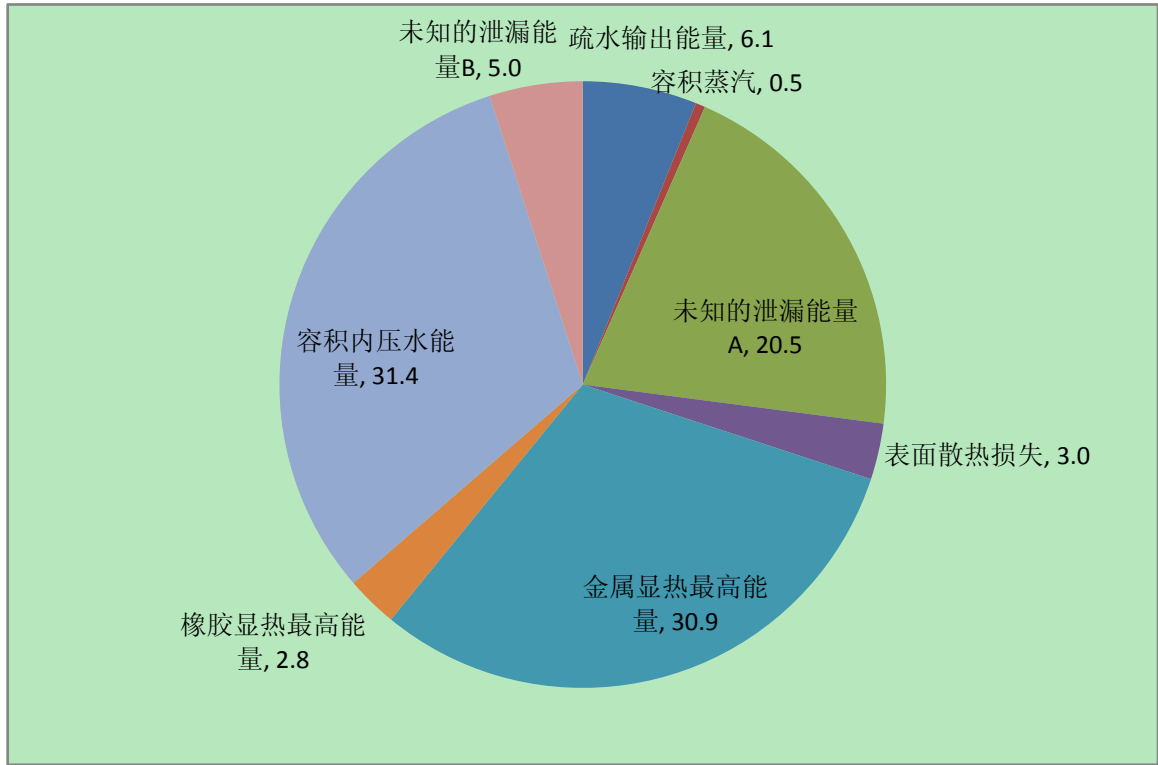


图 5-10 升温保温阶段输出能量分布图

升温保温阶段能流图：

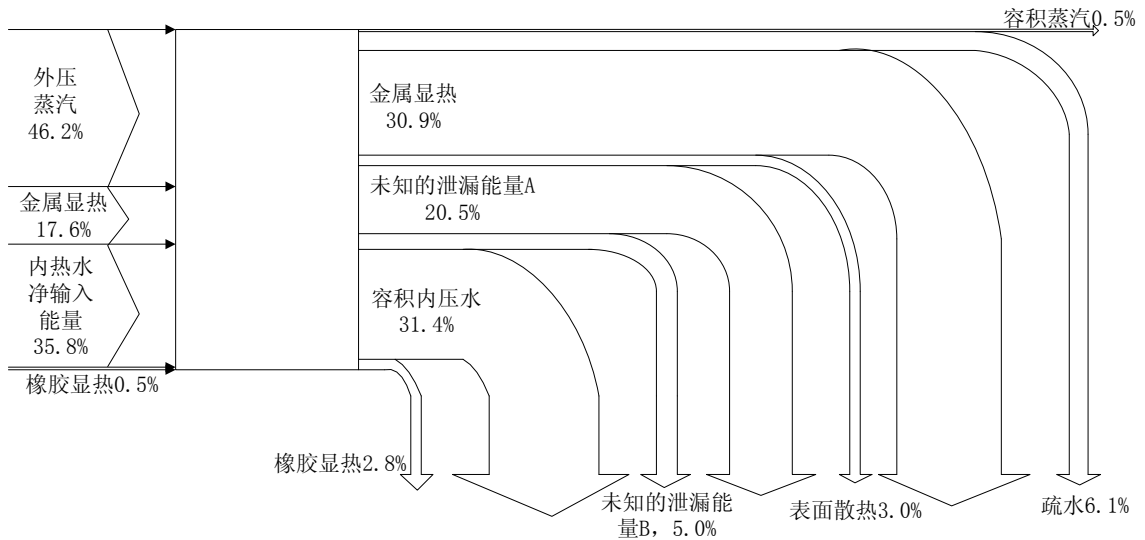


图 5-11 升温保温阶段能流图

注：黑色箭头为输出有效能量

升温、保温阶段能量平衡计算时，总体上存在 1226MJ 的能量泄

漏。假定以橡胶为内外压加热界限，则外压部分存在未知的泄漏能量  $A=985.5\text{MJ}$ ，折合蒸汽  $352\text{kg}$ ，根据统计硫化车间一天约有 450 罐（即 450 个周期），则相当于每天泄漏蒸汽量约为 158 吨；而内压部分存在未知的泄漏能量  $B=239.5\text{MJ}$ 。

分析存在的原因：

1. 单个硫化罐的各种进出流股流量较小，未进行计量，故只能根据公司提供的车间统计数据平均值来进行计算。

2. 由于阀门泄漏等原因，存在不明蒸汽、疏水泄漏，进入硫化罐的蒸汽量与疏水阀出来的疏水量之间存在差别。同时根据能量平衡结果及疏水量数据，推测存在内压水向外压系统泄漏，导致 200 吨/天疏水量并非全部由蒸汽冷凝得到，部分是泄漏的内压水。

3. 升温保温阶段，内压热水经硫化罐后，先经“连箱”，再由内冷高温（ $100-155^{\circ}\text{C}$ ）管路，回到除氧器；但经实测，发现在“连箱”后部由于阀门泄漏等原因，存在内压过热水从内冷低温（ $<70^{\circ}\text{C}$ ）管路排出现象。

### 5.4.3 硫化罐降温冷却阶段能量平衡

(1) 输入能量：

① 容积蒸汽的热量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 9.08 \cdot 2738 / 1000 = 24.8\text{MJ}$$

m	容积蒸汽质量	9.08	kg	由 $4\text{m}^3$ 体积及蒸汽密度计算
P	容积蒸汽压力	4	bar	测试平均
h	容积蒸汽焓	2738	kJ/kg	饱和蒸汽状态，计算得到

② 外压冷水带入热量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 3956.5 \cdot 205.23 / 1000 = 812.0 \text{ MJ}$$

m	冷水耗量	3956.5	kg	由 4m <sup>3</sup> 体积及冷水密度计算
T	冷水温度	49	°C	实测
P	冷水压力	5	bar	实测
h	冷水焓	205.23	kJ/kg	计算

### ③壳体及模具（简称：金属）最高显热

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T - 0) / 1000 = 22000 \cdot 0.46 \cdot (147 - 0) / 1000 = 1487.6 \text{ MJ}$$

m	金属质量	22000	kg	实测
T	金属温度	147	°C	经验值
C <sub>p</sub>	金属比热	0.46	kJ/(kg · K)	查表

### ④橡胶最高显热

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T - 0) / 1000 = 520 \cdot 1.7 \cdot (150 - 0) / 1000 = 132.6 \text{ MJ}$$

m	橡胶质量	520	kg	实测
T	橡胶温度	150	°C	经验值
C <sub>p</sub>	橡胶比热	1.7	kJ/(kg · K)	查表

### ⑤容积内压水能量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 2310 \cdot 654.9 / 1000 = 1512.8 \text{ MJ}$$

m	容积内压水量	2310	kg	水胎容积 330*水胎个数 7
T	容积内压水温度	155	°C	采用出口内压水参数
P	容积内压水压力	23	bar	采用出口内压水参数
h	容积内压水焓	654.9	kJ/kg	查表

---

⑥内冷水能量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 4000 \cdot 207.7 / 1000 = 831 \text{ MJ}$$

---

m	容积内压水量	4000	kg	估计
T	容积内压水温度	49	°C	采用出口内压水参数
P	容积内压水压力	30	bar	采用出口内压水参数
h	容积内压水焓	207.7	kJ/kg	查表

---

(2) 输出能量:

①外压冷水带入热量

$$Q = m \cdot h / 1000 = 3965.6 \cdot 335 / 1000 = 1328.5 \text{ MJ}$$

---

m	冷水耗量	3965.6	kg	由外冷水量和容积蒸汽量计算
T	冷水温度	80	°C	经验值
P	冷水压力	1	bar	经验值
h	冷水焓	335	kJ/kg	根据冷水状态计算

---

②壳体及模具（简称：金属）显热

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T - 0) / 1000 = 22000 \cdot 0.46 \cdot (95 - 0) / 1000 = 961.4 \text{ MJ}$$

---

m	金属质量	22000	kg	测试值
T	金属温度	95	°C	测试平均
C <sub>p</sub>	金属比热	0.46	kJ/(kg · K)	查表

---

③表面散热

$$Q = \alpha A (T - 0) \cdot t / 1000 = 11.42 \cdot 35 \cdot (75 - 0) \cdot 10 \cdot 60 / 1000 = 9.6 \text{ MJ}$$



$\alpha$	导热系数	11.42	W/(m <sup>2</sup> ·K)	根据 GB/T17357 公式计算
A	表面积	35	m <sup>2</sup>	测试
T	温度	75	°C	测试平均值
t	升温保温时间	10*60	秒	估计平均值

#### ④内冷-高温出水

$$Q = m \cdot h / 1000 = 2000 \cdot 537 / 1000 = 1074 \text{ MJ}$$

m	高温出水耗量	2000	kg	估计
T	高温出水温度	127.5	°C	估计
P	高温出水压力	23	bar	估计
h	高温出水焓	537	kJ/kg	根据水状态计算

#### ⑤内冷-中温出水

$$Q = m \cdot h / 1000 = 1200 \cdot 356 / 1000 = 427.2 \text{ MJ}$$

m	中温出水耗量	1200	kg	估计
T	中温出水温度	85	°C	估计
P	中温出水压力	23	bar	估计
h	中温出水焓	356	kJ/kg	根据水状态计算

#### ⑥内冷-低温出水

$$Q = m \cdot h / 1000 = 800 \cdot 293 / 1000 = 234.4 \text{ MJ}$$

m	低温出水耗量	800	kg	估计
T	低温出水温度	70	°C	估计
P	低温出水压力	23	bar	估计

h	低温出水焓	293	kJ/kg	根据水状态计算
---	-------	-----	-------	---------

⑦水胎残余水

$$Q = m \cdot h / 1000 = 2310 \cdot 293 / 1000 = 676.8 \text{ MJ}$$

m	水胎残余水耗量	2310	kg	由水胎容积计算得到
T	水胎残余水温度	70	°C	经验值
P	水胎残余水压力	23	bar	经验值
h	水胎残余水焓	293	kJ/kg	根据水状态计算

⑧橡胶残余显热

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T - 0) / 1000 = 520 \cdot 1.7 \cdot (90 - 0) / 1000 = 79.6 \text{ MJ}$$

m	橡胶质量	520	kg	测试
T	橡胶温度	90	°C	经验值
C <sub>p</sub>	橡胶比热	1.7	kJ/(kg · K)	查表

(3) 能量平衡表及分析

硫化罐降温阶段能量平衡表如下：

表 5-5 降温阶段（外冷加冷却水）能量平衡表

序号	输入能量			输出能量		
	项目	能量值 /MJ	百分 数/%	项目	能量值 /MJ	百分 数/%
一	假定外压部分平衡					
1	容积蒸汽	24.8	0.5	外冷出水能量	1328.5	27.7
2	外冷水	812.0	16.9	金属显热残余能 量	961.4	20.0
3	金属显热最高能 量	1487.6	31.0	表面散热损失	9.6	0.2

序号	输入能量			输出能量		
	项目	能量值 /MJ	百分 数/%	项目	能量值 /MJ	百分 数/%
4	小计 1	2324.4		小计 1	2299.5	
二	假定内压部分平衡					
5	橡胶显热最高能量	132.6	2.8	内冷 - 高温	1074	22.4
6	容积内压水能量	1512.8	31.5	内冷 - 中温	427.2	8.9
7	内冷水能量	831	17.3	内冷低温	234.4	4.9
8				水胎残余热水能量	676.8	14.1
9				橡胶显热残余能量	79.6	1.7
10	小计 2	2476.4		小计 2	2492.0	
11				误差或未知能量	9.3	0.2
	合计	4800.8	100	合计	4800.8	100

降温阶段输入能量分布见下图 5-12 所示：

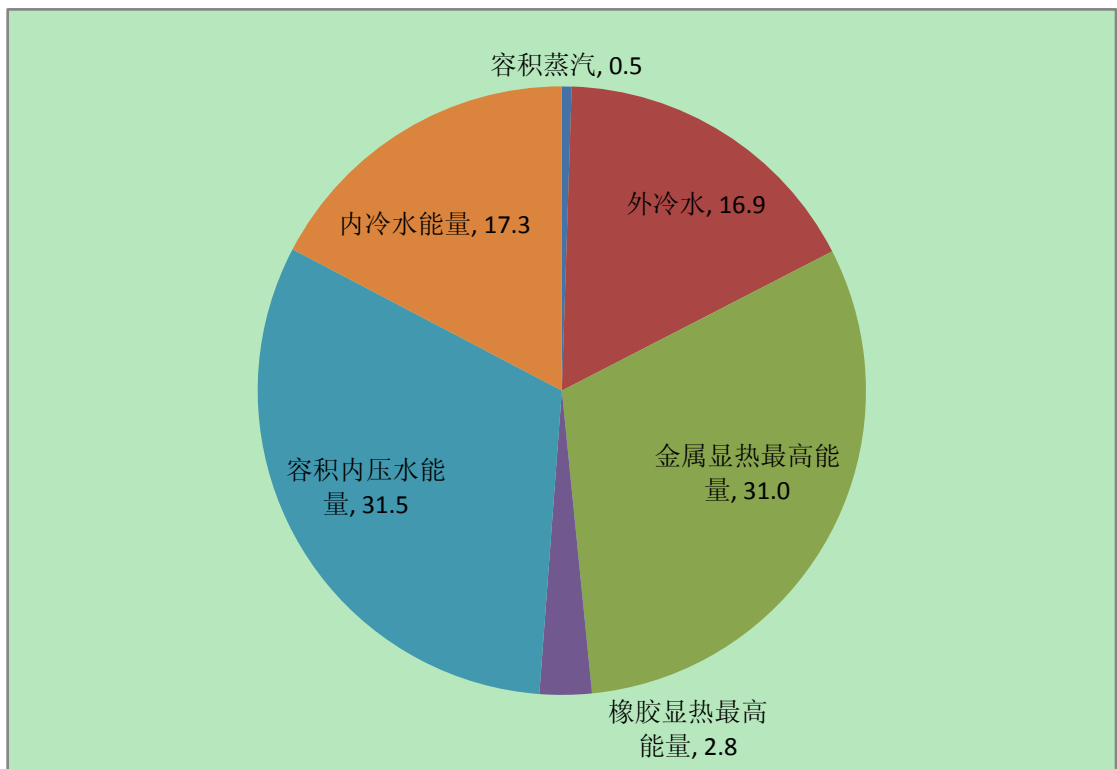


图 5-12 降温阶段输入能量分布图

输出能量分布：

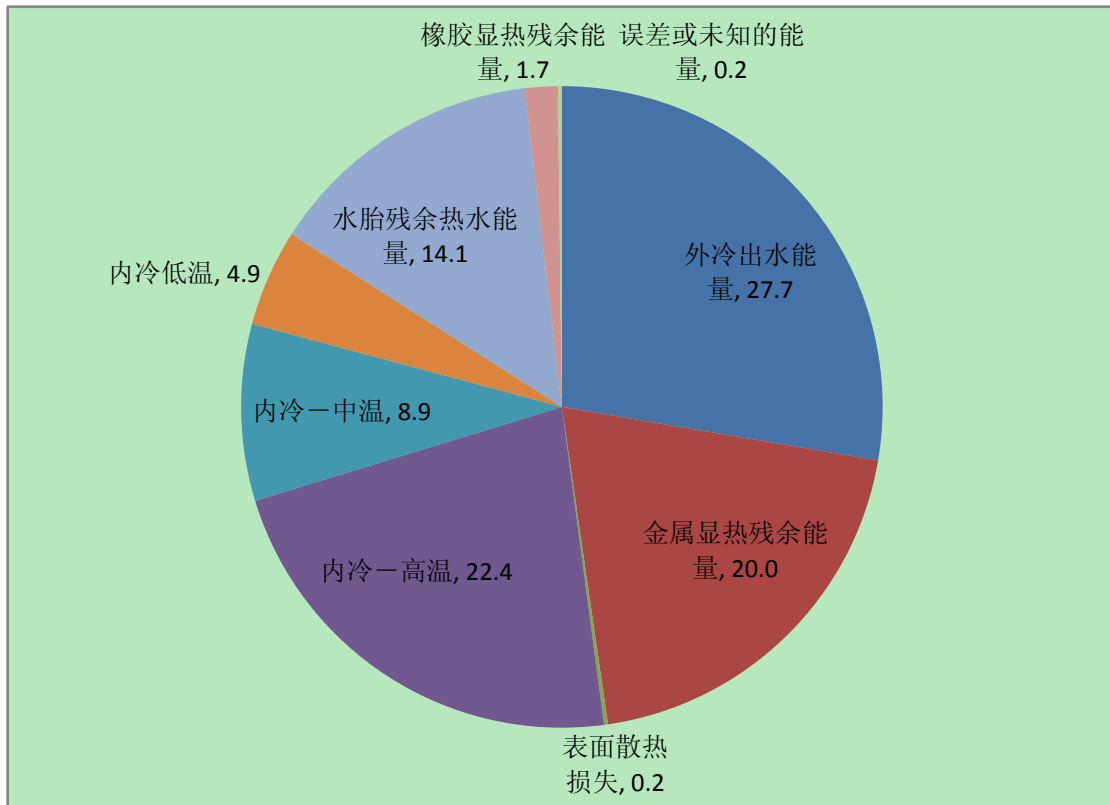


图 5-13 降温阶段输入能量分布图

降温阶段能流图：

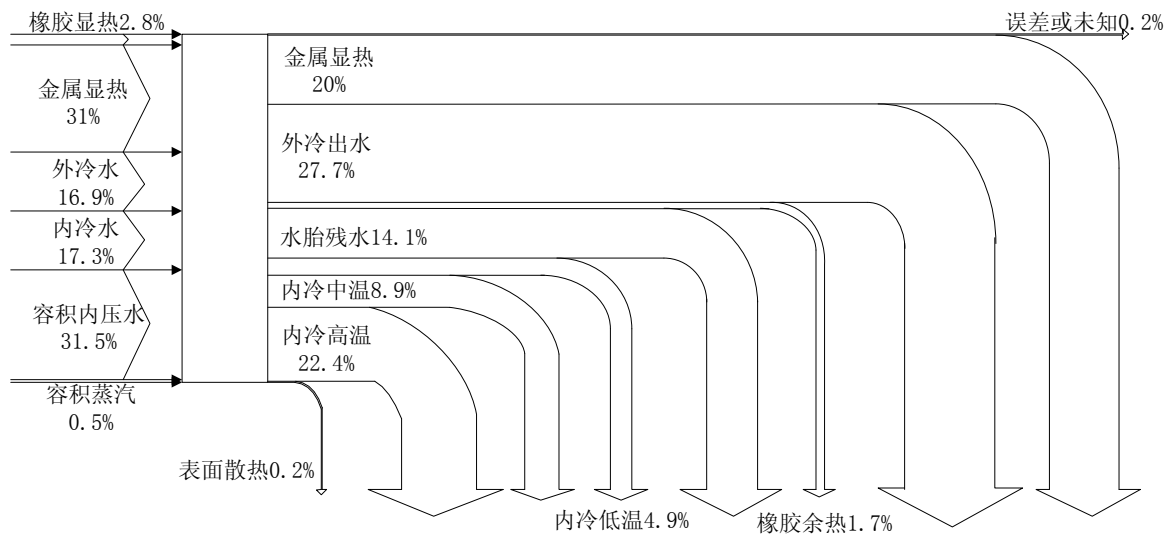


图 5-14 降温阶段能流图

降温阶段的能量基本平衡。

#### 5.4.4 分析和建议

在单个硫化罐运行周期中，供入的能量  $Q_t$  有外压蒸汽和内压过热水（折成除氧器消耗的蒸汽量），有效利用的能量  $Q_e$  为轮胎最高工艺温度与初始温度的显热之差。则：

$$Q_t=760+8050\times(360\div 12000)=1001.5 \text{ (kg 蒸汽)} =2802.2\text{MJ}$$

$$Q_e=520\times 1.7\times (150-25)=110500\text{kJ}=110.5\text{MJ}$$

得：

单位产品汽耗率： $q_q=1001.5\div 520=1.926 \text{ (kg 蒸汽/kg 轮胎)}$

单位产品热耗： $q_r=2802.2\div 520=5.389 \text{ (MJ/kg 轮胎)}$

硫化罐正平衡热效率为： $\eta=Q_e\div Q_t\times 100\%=3.94\%$

注：由于无法测算未知能量泄漏，此处不计算反平衡效率。

硫化罐热效率较低，仅 3.94%，原因有：外压蒸汽存在不明排放，损失较大；大量内压过热水在循环过程中存在能量泄漏。详细分析及建议如下：

1. 由于单个硫化罐未安装计量器具，计算数据来源于 2#、3#车间的统计平均值，部分数据来源于经验数据。同时，由于硫化操作并非自动化，存在较大的人为因素等原因，导致单罐和硫化分厂的热效率等数据存在差别。

2. 外压系统存在部分蒸汽、疏水直接从硫化罐底部阀门排向地沟的现象。由热平衡可知，此部分能量为“未知的泄漏能量 A”，约 985.5MJ，折合蒸汽 352kg，约占外压蒸汽量的一半。

建议：在硫化罐底部安装阀门自检设备，发生泄漏及时警报

3. 升温保温阶段，内压热水经硫化罐后，先经“连箱”，再由内冷高温（100-155℃）管路，回到除氧器；但经实测，发现“连箱”

---

后，由于阀门泄漏等原因，存在内压加热水从内冷低温（<70℃）管路排出的现象。

建议：安装检测识别设备，采用新的阀门替代现有系统。

4. 降温阶段，回收水胎中的过热水时，可能存在只有少量过热水回收至除氧器，而大量过热水被排放的现象。

建议：安装检测识别设备和智能控制系统。

#### 5.4.5 小结

硫化罐单位产品汽耗为 1.926（kg 蒸汽/kg 轮胎），单位产品热耗为 5.389（MJ/kg 轮胎），热效率为 3.94%，效率较低。

采取节能技改措施，预计可以节约“未知的泄漏能量 A 985.5MJ”（折合蒸汽 352kg）的 80%，同时可减少 155℃内压过热水损失，从而避免除氧器系统每天补充 75℃热水 1000t 重新加热至 155℃的现象出现，单罐（除氧器一天产 12000t 过热水，单罐一个周期耗过热水 8050kg）可减少除氧器蒸汽供应能量为  $1000 \times 4.1816 \times (155 - 75) \div 12000 \times 8.050 = 224.4 \text{MJ}$ ，折合蒸汽量 80.2kg，保守估计可节约 80%。

有：

单罐节能： $985.5 \times 80\% + 224.4 \times 80\% = 967.93 \text{MJ} = 346.0 \text{（kg 蒸汽）}$

供入的能量  $Q_t' = Q_t - 967.93 = 2820 - 967.93 = 1852.1 \text{MJ} = 661.9 \text{（kg 蒸汽）}$

预计改造后：

硫化罐正平衡热效率： $\eta' = Q_e \div Q_t' \times 100\% = 5.97\%$ ，提高 51.4%。

单位产品汽耗： $q_d' = 661.9 \div 520 = 1.273 \text{（kg 蒸汽/kg 轮胎）}$ ，降低 33.9%。

单位产品热耗： $q_r' = 1852.1 \div 520 = 3.562 \text{（MJ/kg 轮胎）}$ ，降低 33.9%。

---

## 5.5 本章小结

本章通过对蒸汽管网热平衡、硫化分厂水汽平衡及硫化分厂热平衡进行分析，并选取一个典型的硫化罐单独分析其热平衡，发现了系统中存在水汽不平衡、大量热能损失等问题。本报告通过系统分析其存在的问题，提出了相应的改进方案，具体的方案及其实施后的效果详见第六章。

## 第六章 节能技术改造方案

### 6.1 智能管控技术改造方案

#### 6.1.1 技术原理

智能管控系统采用精细化监测与分布式管理方式，系统结构如图 6-1 所示。系统主要由除氧罐控制子系统、硫化罐控制子系统、现地数据采集系统、无线通信网络、热力系统管控平台五部分组成。

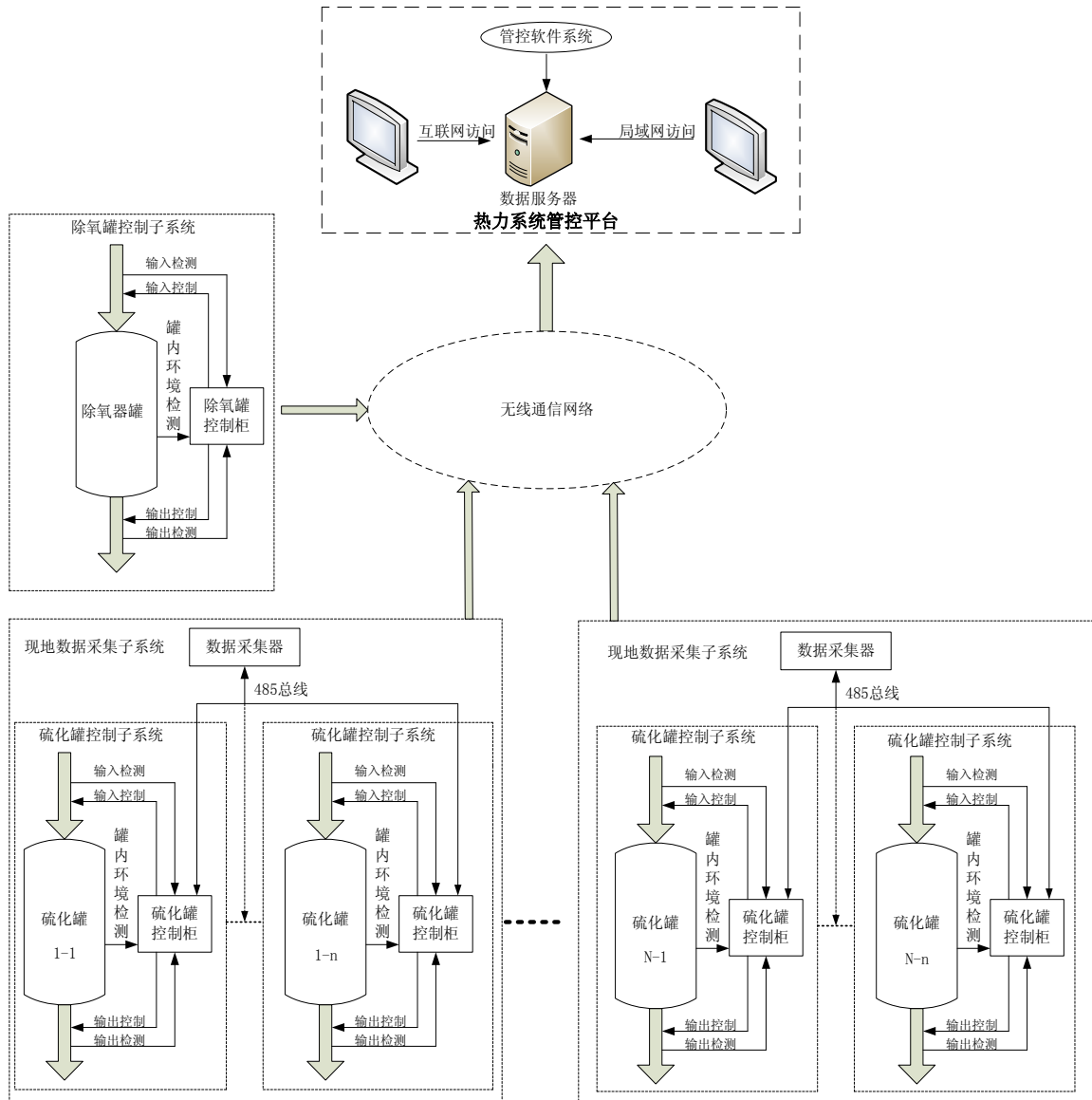


图 6-1 管控系统结构



---

图 6-1 中硫化罐 1-1 到 1-n 为第一排 n 个硫化罐，依次类推，硫化罐 N-1 到 N-n 为第 N 排 n 个硫化罐，总排数为 N。

智能管控系统主要功能：

- ◆ 根据厂方工艺流程，实现操作工序的智能控制。
- ◆ 自动识别能量等级，实现不同等级能量的回收。
- ◆ 自动协调系统平衡。
- ◆ 采用多参数模式识别技术，监测阀门健康状态，精确定位泄露、识别阀门故障，实时报警。
- ◆ 采用无线方式实时上报设备状态、工序情况、产量、能耗等相关数据。
- ◆ 具有手动、自动控制方式，在自动控制失效情况下，可切换至手动操作。
- ◆ 操作人员可现地查询系统运行状态。

智能管控系统控制原理：

- ◆ 采用分布式控制方式，各功能子系统独立运行。
- ◆ 采用集散数据处理方式，各子系统数据分别上传至数据服务器，由数据服务器完成数据处理，各子系统之间不直接通信。
- ◆ 数据服务器通过无线控制方式协调各子系统工作。

#### (a) 除氧罐控制子系统

除氧罐控制子系统主要由可控阀门、阀门自检设备、计量仪表、控制柜组成，系统结构如图 6-2 所示。

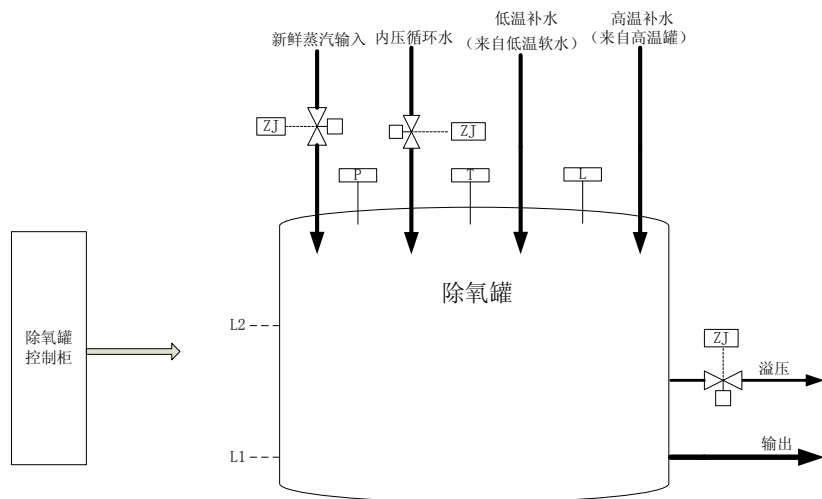


图 6-2 除氧罐控制子系统结构

图 6-2 中，P 为压力监测表计，T 为温度监测表计，L 为液位监测表计，ZJ 为阀门自检设备。所有表计、设备均为带有数字接口的智能仪表。

除氧罐控制子系统主要功能：

- ◆ 实现操作工序的智能控制。
- ◆ 实时监测能量需求，以最大能力为硫化工序提供内压能量。
- ◆ 实时监测罐内压力，对于溢压状况，采取泄压措施。
- ◆ 现地显示除氧罐运行状态，对于异常情况采取报警措施。
- ◆ 通过无线通信方式，将除氧罐参数上传至数据服务器。

除氧罐控制子系统控制原理：

- ◆ 当除氧罐内水位低于 L1 时，打开新鲜蒸汽输入阀门、低温补水阀门；液位上升至 L2 时，关闭低温补水阀门。L1、L2 可通过控制柜配置。
- ◆ 随着回水增加，除氧罐内水位不断上升，罐内压力逐渐增大，当罐内压力超过设定值 P1 时，打开溢压阀。当罐内压力减小到 P2 时，关闭溢压阀。 $P2 + \Delta P = P1$ ， $\Delta P$  为迟滞阈值，避免溢

压阀处于开、关振荡状态。P1、P2 可通过控制柜配置。

- ◆ 罐内水位信息反馈至硫化罐控制子系统，控制回水量，协调系统平衡。

### (b) 硫化罐控制子系统

硫化罐控制子系统以控制柜为核心主要由可控阀门、阀门自检设备、计量仪表、控制柜组成，系统结构如图 6-3 所示。

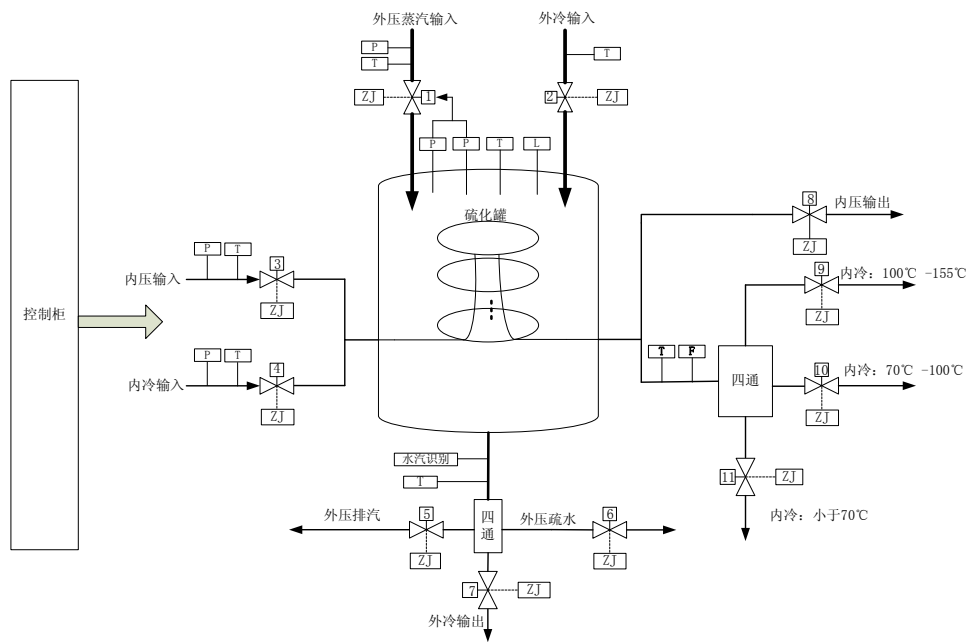


图 6-3 硫化罐控制子系统结构

图 6-3 中，P 为压力表，T 为温度计，F 为流量计，ZJ-1 为阀门健康状态检测设备，ZJ-2 为疏水阀健康状态检测设备，所有表计检测设备均为带 RS485 数字接口的智能设备，满足工业标准 RS485 通信协议。

硫化罐控制子系统主要功能：

- ◆ 通过控制管道阀门，按照厂方硫化工艺，实现硫化罐操作工序的智能控制（不含模具的放入、取出部分）。
- ◆ 通过温度、流量检测，实现不同等级的能量回收。

- 
- ◆ 根据能量流向，自动判断当前工序是否正常，控制是否失效。
  - ◆ 现地显示硫化罐运行相关参数，供值班人员实时查询。
  - ◆ 完成值班人员信息、产品批次信息、产品品种信息、能耗信息等的分析、统计，并将所有相关数据通过无线方式上传至现地数据采集子系统。
  - ◆ 通过控制柜，实现硫化罐工序参数的配置以适应不同批次产品的生产。

硫化罐控制子系统控制原理：

- ◆ 升温段：通过开启内压、外压阀门开始升温工作。水汽识别设备实时判断硫化罐内是否存在因跑水及蒸汽冷凝水产生的积水，当罐内有积水时候，自动打开外压排水阀将积水排至闪蒸罐进行余热回收；当硫化罐内压力超过设定压力值时，自动打开外压排气阀排至闪蒸罐进行余热回收。内压升温段为循环工作方式，内压出水通过内压出水阀回到除氧罐。
- ◆ 保温段：关闭外压，继续维持内压循环，维持罐内温度，当罐内压力降低时候，需重新开启升温控制，保证罐内温度恒定。保温段内压、外压余热回收方式与升温段一致。
- ◆ 降温段：关闭外压、内压阀门。打开外压排气阀回收罐内蒸汽。开启外冷输入、内冷输入阀门，当罐内温度低于设定温度时，打开外冷输出阀排放外冷水。实时监测内冷水输出温度，将内冷输出分成 100℃-155℃、70℃-100℃、70℃以下三个等级分别回收。温度等级的划分可灵活配置。顶出 100℃-155℃ 的高温水水量与除氧罐供水状况实行智能联动调节，实现系统优化，在除氧罐水位过低的情况下，适当降低内冷水回收等级

以协调系统平衡。

(c) 现地数据采集子系统

现地数据采集子系统采用 RS485 现场总线结构,见图 6-4 所示。硫化罐控制子系统为从节点、数据采集器为主节点。各从节点与数据采集器均有唯一的 ID 地址。

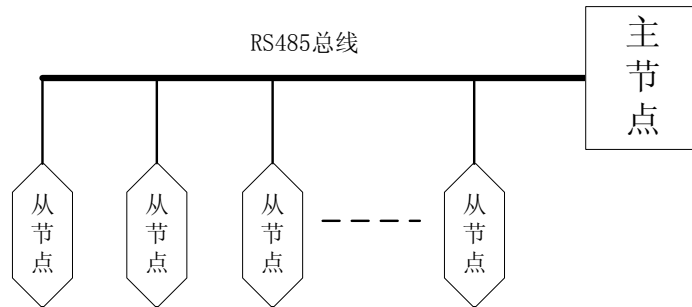


图 6-4 现地数据采集子系统结构

各从节点按照地理位置采用 RS485 总线连接。从节点与主节点之间为双向通信模式。数据采集器采集各硫化罐控制子系统数据通过无线网络上传至数据服务器。数据采集器也可将来自数据服务器的指令按照地址模式或者广播模式发送到各硫化罐控制子系统。

(d) 无线通信网络

无线通信网络采用星型拓扑结构,如图 6-5 所示。数据服务器为中心节点,除氧罐控制子系统与各现地数据采集子系统为分节点。

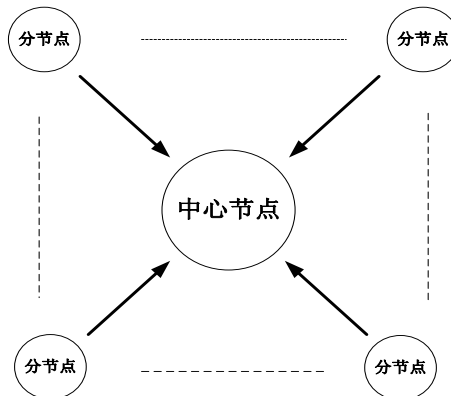


图 6-5 无线通信网络拓扑结构

无线网络连接现地数据采集子系统、除氧罐控制子系统、数据服务器。所有数据通过无线网络上传至数据服务器，同时数据服务器可通过无线网络实现对各控制子系统的协调运行。无线通信方式可采用免费无线频段的数传电台免费通信也可采用基于 GPRS 网络的付费通信。

### (e) 热力系统管控平台

热力系统管控平台主要由数据服务器与管控软件系统两部分组成。数据服务器为管控平台硬件设备。管控软件实现系统数据信息处理和服务功能，管控软件结构如图 6-6 所示，主要由计算机网络系统和数据库系统组成。

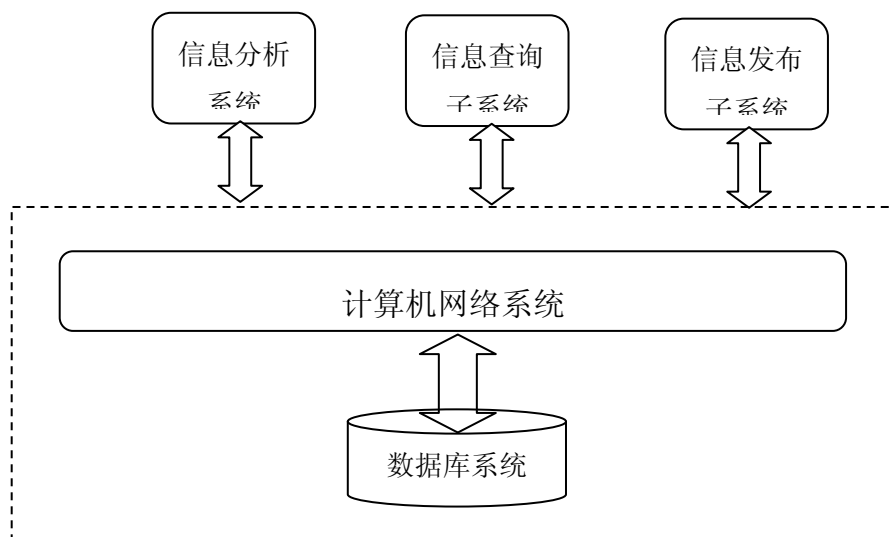


图 6-6 数据服务器结构图

数据库系统将通过无线接收的数据按不同类别存储于不同的数据表中，为计算机网络系统提供数据信息。

计算机网络系统主要由信息分析子系统、信息查询子系统、信息发布子系统组成。信息分析子系统对数据库中的数据根据类别作对应统计、分析，为信息查询子系统与信息发布子系统提供信息数据。信息查询子系统为用户提供直观的数据查询服务。信息发布子系统采用

---

局域网接口与互联网接口两种访问方式。采用局域网接口用户可查询每台硫化罐的详细工作参数以及各种能耗信息。局域网接口权限只赋予工厂相关负责人。互联网接口为第三方查询能耗统计、产量信息，互联网接口权限只赋予厂方指定单位的负责人。

热力系统管控平台主要功能：

◆实现各主要管道的水汽温度、压力、流量、阀门状态信息、硫化工序状态信息的实时查询。

◆实现单罐能耗、总能耗的日、月、年统计。

◆按产品规格分类，实现产品数量、产品重量的日、月、年统计。

◆实现各班组能耗、班组产量的对应统计。

◆数据查询采用报表、曲线、直方图等表现形式。

◆划分不同权限，实现数据的局域网访问与互联网访问。

热力系统管控平台为开放式服务平台，为以后电力系统管控提供扩展接口。

### 6.1.2 工艺特点

◆精细化监测：监测信息包括工序状态、设备健康状态、能耗、跑水量、值班人员信息、产品批次等。

◆智能化控制：除磨具放入与取出工序外，所有工序实现自动化控制，避免人为因素引起的能源浪费，保证产品质量的一致性。

◆智能识别：采用多参数模式识别，准确判断设备健康状况、工序运行状况。

◆清晰、简洁的系统结构：采用分布式控制方式、集散式的数据处理模式，将庞大的控制系统分割成多个独立运行的功能子系统，便于系统的建设以及后续系统的升级改造。系统建设过程中基本不影响

---

工厂原有生产。

◆可扩展性：管控平台为以后电力能源管控提供扩展接口。

◆工业级的系统工艺：系统设计完全满足工业标准，同时加强防水、防潮、防震、防尘措施以克服厂区高温、高湿的工作环境。

◆灵活的人机互动：值班人员可通过人机互动界面实时查询当前系统运行状况，修改生产工序参数以满足不同批次产品的生产。

◆回收充分：通过温度、流量监测，实现不同等级的能量的精确回收。



---

## 6.2 余热回收利用技术改造方案

### 6.2.1 余热回收利用系统图

---

## 6.2.2 技术原理

### (1) 基本思路

针对本次节能诊断提出的问题，除采用上述智能化控制系统和信息化热能管控平台来减少不合理的能源浪费外，就跑水问题还应采取汽、水余热回收的补救措施，将无法避免的跑水所产生的闪蒸汽及高温热水进行回收循环利用。

### (2) 技术方案说明（详见系统示意图）

在硫化罐底部安装水汽识别设备和排水、排汽阀，当硫化罐内有积水时，电控阀启动，将水排到闪蒸罐；当跑水量大，跑水产生的闪蒸蒸汽使罐内压力超出了 3.2bar（G）的工艺要求压力时，电控排汽阀启动，将蒸汽排入到闪蒸罐，以保持硫化罐中外压系统压力稳定。

闪蒸罐的压力控制在 2.8bar（G）左右，饱和水进入闪蒸罐后，一部分闪蒸变成饱和蒸汽，经压力提升装置升压到 4.2~4.5 bar（G），进入储热罐，储热罐与车间 4.2~4.5 bar（G）的蒸汽支管相连通（并网），向需要用汽的硫化罐供汽。

闪蒸罐中的水经过冷凝水回收装置返回到除氧器。

以上回收系统实现了排汽和排热水的循环回用。

## 6.2.3 工艺特点

本回收系统采用了先进的智能识别控制系统和冷凝水回收装置及蒸汽升压装置，无运行能耗，硫化罐中不积水，解决了目前业内尚未解决的跑水浪费问题，大幅度提高热能利用率，这一技术目前在国

---

内是先进的，技术上是可行的，本方案得到了有关热力设计院、军工技术单位的技术专家的认可，但需要在实验罐运行后对系统进行修正，在此基础上由企业提供全面准确的设计参数。

### 6.3 预计节能效果

#### 1. 技术指标

节能 30.05%。

#### 2. 新增设备

智能控制系统需要新增的设备有：控制阀门、硫化罐控制柜、除氧罐控制柜、温度监测表计、压力监测表计、流量监测表计、阀门自检设备、数据采集器、无线通信模块及热能管控平台等。

余热回收系统需要新增的设备有：电控阀、闪蒸罐、冷凝水回收装置、蒸汽升压装置、储热罐、水泵、管道及保温等。

#### 3. 节能量监测

企业应完善对 59 台硫化罐的蒸汽、过热水量及产品重量的计量、统计（包括过热水的热耗、电耗分摊计量数据）。

对北区新建 18 台硫化机投产后应对其能耗及产品重量进行计量，编制统计报表，保留统计台账存档，对计量器具定期检定校核，编制计量网络图。建议北区将建设与改造同步进行，避免重复建设和投资。

#### 4. 预计节能量

##### （1）确定方法选用。

该项目实施前主要能耗为汽耗和过热水耗及车间少量动力照明

---

电耗。其中过热水耗折标煤是由动力分厂将电耗、汽耗汇总利用过热水量比例加权方法进行分摊。

硫化分厂基准能耗为 26948.34 吨标准煤（等价值，含动力分厂过热水分摊到硫化分厂的数据）。硫化分厂的能耗已知，产品重量已知，核定统计期单位轮胎重量能耗为 0.302 吨标煤/吨产品（等价值），2.586 吨汽/吨产品，7.214GJ/吨产品。此为基准单耗。

下一步对国家申报节能量，按改造前后的单耗差乘以改造前年产量等于节能量，这是国家规定的口径。

企业与节能服务公司开展合同能源管理节能改造的节能量，按改造前单耗和改造后的单耗差，产量按硫化分厂 59 台改造罐和北区新建 18 台硫化罐的实际总产量。

（注：前提是节能服务公司对北区 18 台新建罐也进行了改造。）

## （2）节能量确定

### ①项目边界描述

改造前，硫化分厂 59 台硫化罐为人工控制，没有实行智能化控制，存在不明外加水，不明蒸汽泄漏，大量闪蒸汽排空，大量高温热水对地沟排放，余热未利用。

（北区新建 18 台硫化罐采用原有 59 台硫化罐同样的方式设计，如果不改造，能源浪费大，下一步改造拟将此区也进行改造）。

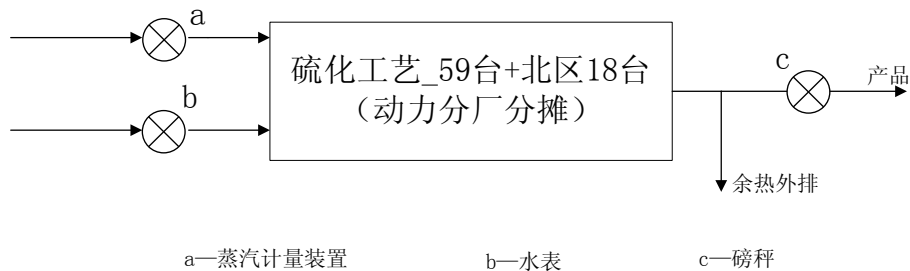


图 6-6 项目改造前边界图

改造后，通过智能化管控降低能耗，通过对跑水、跑汽、排水余热回收循环利用降低能耗。

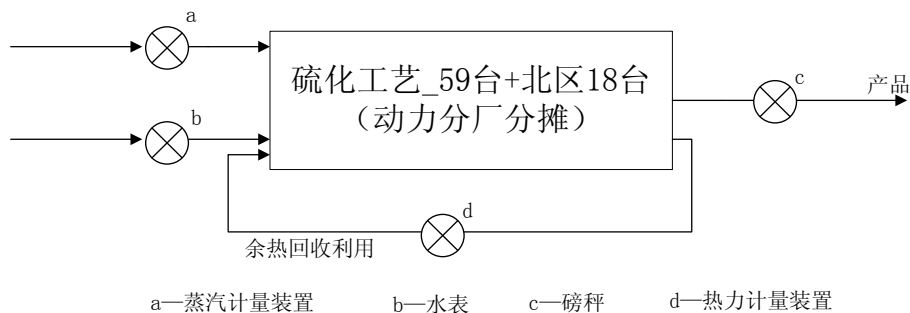


图 6-7 项目改造后边界图

②项目改造前基准能耗指标核实情况

改造前，2011.10-2012.9，硫化分厂年耗汽（185℃、0.9MPa，2789.33KJ/Kg）230935 吨、年耗电 1482.78 万 kWh，则总能耗 26948.34tce（等价值），合格产品总重量 89297.44 吨，重量单耗 0.302tce/t（等价值）。

③改造后预计能耗指标

预计节能量 80064 吨蒸汽，预计重量单耗 0.216tce/t（等价值）。

④节能量计算步骤及结果

a，预计利用智能化控制，使系统在高效率下运行，杜绝乱排乱

---

放，回收利用余热，可避免除氧器系统每天补充 75℃热水 1000t 重新加热至 155℃现象的出现，折合蒸汽量 119.5t；外压 158.5t 蒸汽泄漏的情况基本得到改善，每天可节约蒸汽  $119.5+158.5=278$ t 蒸汽，按 80%的回收效率计算，节约蒸汽量  $=278*80%=222.4$ t/d，按目前计量统计平均值，此系统日耗汽量为  $360+380=740$ t/d，节能率为  $222.4/740=30.05\%$ 。

表 6-1 节能效果汇总表

名称	节能量	节能率	节资量	折标煤
智能化热能源管控中心 余汽和热水回收 动力站改造 阀门改造	蒸汽 (222.4*360 = 80064 吨)	30.05%	80064*138 元 / 吨 = 1.105 千 万	80064*0.09518 = 7620.19 吨 标煤

#### 6.4 预计投资及回收年限

初步预计,改造项目总投资为 1500 万元,静态回收期为 16 个月。

#### 6.5 北区新建 18 台硫化罐改造项目

按现在水平估算,北区日耗汽量=740÷59×18=225.8 吨/天,节能率仍按 30.05%计(北区与现在系统情况一样),则:

年节能量=225.8×30.05%×360=24427.04 吨汽。

年节资量=24427.04×138=0.337 千万。

项目总投资约为 500 万,静态回收期为 18 个月。

将二者合并,则既有 59 台和北区 18 台及动力分厂除氧器改造(不含北区配套新建设备)项目效果汇总表如下表所示。

表 6-2 项目改造效果汇总表

节能量	折标煤	节能率	节资量	总投资
80064+24427.04 = 10.449 万吨蒸汽(北区为将来节能量)	10.449*0.09518 = 0.99 万吨标煤	30.05%	10.449*138 元/吨 = 1.442 千万/年	2000 万, 投资回收期 17 个月

---

## 6.6 项目投资概算

### 6.6.1 工程投资估算

#### 1. 工程概况

XXXXXXXXXXXX 橡胶有限公司节能改造工程，本工程内容包括智能控制系统及余热回收系统两部分。

#### 2. 工程总投资

工程项目总投资 1494.67 万元，其中：固定资产投资为 1268.73 万元，其他费用为 90.06 万元，工程预备费用为 135.88 万元。

#### 3. 估算依据

- (1) 《建设项目经济评价方法与参数》第三版；
- (2) 建设部制定的《市政工程投资估算指标》；
- (3) 现行投资估算有关规定、办法；
- (4) 项目单位提供的有关资料。

### 6.6.2 工程投资分析

#### 1. 工程投资估算范围

本项目投资估算范围包括建设投资及流动资金。

建设投资包括固定资产费用、无形资产费用、其他资产费、预备费、建设期利息。

#### 2. 投资分析

##### (一) 固定资产费用

##### (1) 建筑工程费用



本项目未涉及建筑工程，建筑工程费用为 0。

(2) 设备购置费

设备购置费总共 1143 万元，设备购置清单见表 6-3:

表 6-3 项目改造需新增设备一览表

序号	名称	价格 (万元)	投资 (万元)
<b>一</b>	<b>智能控制系统</b>		
1	控制阀门	150	
2	硫化罐控制柜	200	
3	除氧罐控制柜	3	
4	温度监测表计	25	
5	压力监测表计	15	
6	流量监测表计	20	
7	阀门自检设备	75	
8	数据采集器	25	
9	无线通信模块	30	
10	热能管控平台	100	
11	水汽识别设备	50	
12	控制管道系统	20	
13	电缆	5	
	小计	718	
<b>二</b>	<b>余热回收系统</b>		
1	电控阀	50	
2	闪蒸罐	80	
3	冷凝水回收装置	70	
4	蒸汽升压装置	70	
5	储热罐	80	

6	水泵	35	
7	管道及保温	40	
	小计	425	
	合计	1143	

### (3) 设备安装费

参照《建设项目概算编制办法及各项概算指标》规定的计算办法及费率计算：

设备安装费=设备原价×设备安装费率（安装费率 10%）

设备安装费 = 1143×10% = 114.3（万元）

### (4) 工器具费

工器具费=设备原价×费用系数（费用系数 1.0%）

工器具费 = 1143×1.0% = 11.43（万元）

工程费用合计 1268.73 万元，见表 1-2:

表 6-4 工程费用一览表

序号	项 目	数额（万元）	备注
1	建筑工程费用	0	
2	设备购置	1143	
3	设备安装	114.3	
4	工器具	11.43	
	工程费用合计	<b>1268.73</b>	

### (二) 无形资产费

本项目利用厂区现有土地，无需另行支付土地费用。

### (三) 其它资产费用

前期工程费用：前期节能诊断、可研、场地整理等费用按 30 万元考虑。

工程勘察设计费：参照国家发展计划委员会、建设部发布的工程勘察设计收费标准估算，按工程费用的 3.5% 计算。

工程监理费：按工程费用的 1.0% 计算。

工程保险费：按建筑工程费用和设备安装费用的 2.6% 计算。

其它费用合计 90.06 万元，见其他费用表 6-5：

表 6-5 其他费用一览表

序号	项 目	数额（万元）	备注
1	前期工程费用	30	
2	工程勘察设计费	44.41	按工程费用的 3.5% 计取
3	工程监理费	12.69	按工程费用的 1.0% 计取
4	工程保险费	2.97	按建安工程费用的 2.6% 计取
	合计	<b>90.06</b>	

#### （四）预备费

基本预备费：按固定资产费用与其他资产费用之和的 10.0% 考虑，不考虑涨价，预备费为 135.88 万元。

#### （五）建设期利息

项目建设资金来自于企业自筹，不需计算利息。

#### （六）流动资金估算

本项目为企业改扩建项目，无需流动资金。

### 3. 项目投入总资金及年度投入计划

项目投入总资金汇总表见表 6-6：

表 6-6 工程投资汇总表

序号	名称	工程投资(万元)	备注
一	工程费用	<b>1268.73</b>	
1.1	土建工程费	0	
1.2	设备费	1143	根据设备表估价
1.3	安装费	114.3	
1.4	工器具费	11.43	
二	其他费用	<b>90.06</b>	
2.1	前期工程费用	30	
2.2	工程勘测设计费	44.41	按工程费用的 3.5%计取
2.3	工程监理费	12.69	按工程费用的 1.0%计取
2.4	工程保险费	2.97	按建安工程费用的 2.6%计取
三	预备费	<b>135.88</b>	按工程建安费与工程建设其它费之和的 10%计取
四	项目总投资	<b>1494.67</b>	

#### 4. 总资金投资使用计划

本项目建设投资 1494.67 万元，计划建设期为 8 个月，建设资金根据工程建设进度安排使用。

#### 6.6.3 资金筹措

项目总投资 1494.67 万元，全部由企业自筹。

以上投资有待于实验罐完成后对方案进行修正，才能得到比较准确的数值，此处仅供参考。

---

## 第七章 管理节能

### 7.1 加强计量

根据现场调查及对企业计量记录的查看，该企业进出用能单位的计量器具配备率为 100%，进出主要次级用能单位的计量器具配备率为 100%，进出主要用能设备的计量器具配备率为 23.3%。公司电力、蒸汽、压缩空气和水的计量器具在进出用能单位和进出次级用能单位上较为齐全，运行正常；但电力、压缩空气的计量器具配备在进出主要用能设备上与国家标准《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB17167-2006）仍存在一定差距。

建议企业按照《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB17167-2006）的要求全面配备和完善计量器具，进一步加强和完善能源的计量管理，对按《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB17167-2006）中要求配备计量器具的设备尽量完善与补充，对计量不准或损坏的计量器具应及时修复或更新，同时在一些虽未达到标准限定值但属于企业重要用能设备的设备，加装能源计量器具，以保证计量数据的准确性和计量传递的及时性。它不但是能源定额考核和企业进行内部管理的需要，也是生产设备运行状态分析的数据基础和依据，建议企业将完善计量与建立热能管控中心平台结合起来合并完成。

鉴于硫化分厂的 59 台硫化罐能耗大，节能潜力大，建议对这 59 台硫化罐的能源消耗产品重量进行分别考核。

---

针对硫化车间的具体情况，建议对班组的用能情况进行统计，为各班组的考核奖惩提供依据。

## 7.2 实行单位重量能耗指标考核，制定奖惩制度

该企业目前是以吨三胶能耗为考核指标，三胶一般是指天然胶、合成胶以及再生胶三类。但各企业（或者相同企业不同批次产品）使用的三胶其包含的范围及使用比例是不统一的，且随着时间的变化及工艺技术的改进，这三种胶料种类及使用量和比例也有较大的变化，相应的能源消耗也会出现较大的波动。例如，天然胶除了传统的烟片胶、标准胶之外，近年根据市场需求又出现复合胶，而且使用量较大，虽然列入天然胶的范围，但其成分却发生了变化，在使用时胶料配方和加工工艺就需要进行相应的调整，其能耗与烟片胶的差别也较大。这样以吨三胶能耗计算出来的指标就没有可比性。

而且近年来合成胶的价格变化较大，为降低生产成本，各轮胎企业对天然胶、合成胶以及再生胶的比例随时都进行调整，且不同企业的使用比例相差很大，以吨三胶判定的能源消耗的结果也相差较大。

另外，根据企业提供的数据，三胶的重量占轮胎总重的比例还不到 50%，从这一方面来看以三胶能耗作为轮胎的考核指标也不合理。

建议企业采用单位轮胎重量能耗作为考核指标，这样相对来说更合理，指标也更具有可比性。而且由国家发改委、工业和信息化部提出的国标《轮胎单位产品能耗限额》（送审稿）中对轮胎产品的技术

---

要求也是以单位轮胎重量能耗作为指标的，企业可对指标进行调整以提前适应新标准对轮胎产品能耗的考核要求。

### 7.3 利用先进的智能管控系统实现车间、班组、个人考核

该公司制定了各工序能耗定额考核指标，如各分厂蒸汽使用量考核指标、压缩空气使用量考核指标、电力使用量考核指标等。为强化对各分厂（车间或工段）成本的管理和考核，公司能够坚持月度分析和季度总结，设备处对各分厂目标成本的完成情况及时汇总统计，并下发；各分厂按月分析，找出未完成指标的原因及下一步采取的措施，并将月度成本分析报告报设备处、生产部。设备处全面总结季度成本目标完成情况，肯定成绩，找出不足，特别是对当月指标完成不理想的工程作为重点，跟踪检查，摸清原因，制定措施予以解决。

公司现有考核办法对降低能耗起着积极作用，也为各分厂节能降耗提供了保证，但有待完善。如硫化分厂就只有整个分厂有个考核指标，对各班组、个人并没有进行考核，以致能耗的浪费并不能查询到是哪个班组，或者哪个人操作期间发生的，不能及时的对其进行惩处；同时，对那些操作熟练、运行能耗低的班组和个人也不能及时的进行奖励。这样不利于提高员工节能降耗的积极性，不利于企业的节能。

建议公司建立先进的智能管控系统，实现车间、班组、个人的全面考核，以提高企业在生产管理、过程控制等方面的节能水平，达到节能降耗和降低成本的目的。

---

## 第八章 节能诊断结论及建议

### 一、诊断结论

1. 核定改造前（2011.10-2012.9）生产合格轮胎量：89297.44 吨，综合能耗：26948.34 吨标煤（等价值），蒸汽：230935 吨（含动力分厂过热水分摊值），单位产品综合能耗：0.302 吨标煤/吨轮胎；热耗指标：2.586 吨蒸汽/吨轮胎，7.216GJ/吨轮胎。

2. 现有单耗计算边界为硫化分厂加上动力分厂供应硫化分厂分摊量，下一步应将 59 台硫化罐及北区 18 台新硫化罐的产品重量及能耗单列统计。

3. 改造项目边界：59 台硫化罐、北区 18 台新硫化罐及动力分厂（部分）。

4. 预计节能率 30.05%，预计节能量：改造 59 台硫化罐年可节约蒸汽 80064 吨，年节资 1.105 千万，折标煤 7620.19 吨，项目总投资 1500 万元，静态回收期 16 个月；

北区 18 台硫化罐改造年可节约蒸汽 24427.04 吨，年节资 0.337 千万，折标煤 2324.87 吨，项目总投资 500 万元，静态回收期 18 个月；

二者合计年可节汽 10.449 万吨，折标煤 0.99 万吨，节能率 30.05%，年节资 1.442 千万，总投资 2 千万，17 个月收回投资。

### 二、建议节能项目

1. 59 台硫化罐，北区 18 台硫化罐，动力分厂（部分）智能化管控技术改造，同时建立热能系统管控中心。



2. 动力分厂增加除氧水储存能力，利用 2 台闲置的压力罐，另外增加 3 台 30m<sup>3</sup> 过热水储存罐。

3. 建造硫化罐余汽及热水余热回收循环利用系统。

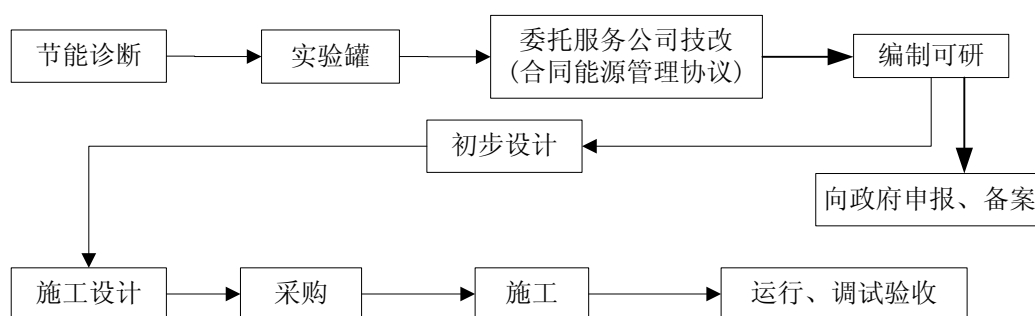
### 三、建议加强能源管理

建议采用新的单耗考核办法，实行单位轮胎重量能耗考核指标体系，借助智能化热能管控平台的数据，将单耗考核至班组及个人，实行节奖超罚制度，鼓励员工提高生产技能，将节能与个人效益挂钩，调动全员节能积极性。有条件的情况下，可考虑过度到分品种能源单耗考核。

四、建议构建实验罐，为下一步节能项目的全面实施提供设计参数和决策依据。

五、需要说明的问题：由于计量方面的数据不全，本次诊断的水平衡、汽平衡、热平衡表中的部分数据为企业提供的统计平均值，有的是经验值，这些图表对于分析节能潜力和采取节能措施有重要的作用，由其得出的节能量判断基本正确，对应措施符合现场实际。但是这些数据不足以为项目设计提供准确参数。特别指出，需要通过实验罐的运行来补充、完善参数，为项目设计和决策提供准确依据。

### 六、项目步骤建议



---

## 附 录

附件 1：统计期内轮胎生产日报

附件 2：统计期内能源消耗月报

附件 3：XXXXXXXXXXXX 橡胶有限公司签订的供用气协议书

附件 4：XXXXXXXXXXXX 橡胶有限公司用气量结算单

附件 5：XXXXXXXXXXXX 橡胶有限公司电费发票