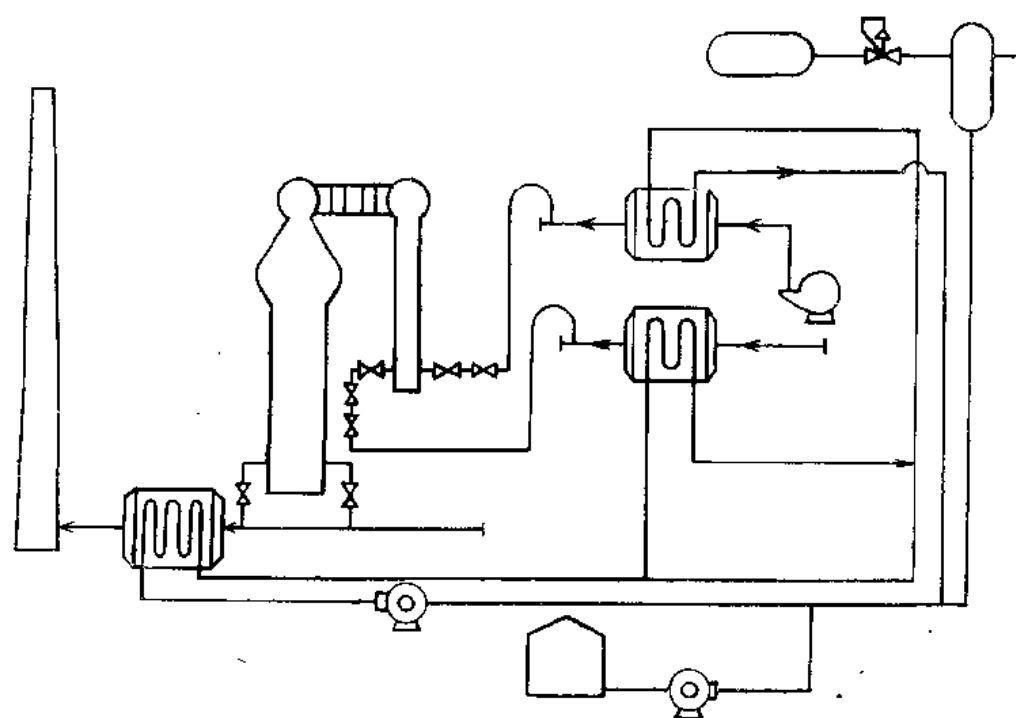


钢铁工业余热资源调查专集



冶金工业部鞍山热能研究所

注册 LH 商标
辽海牌

辽宁省海城换热器厂

该厂是多年生产高硅球墨铸铁片状管式换热器的专业工厂，技术力量雄厚，工艺先进，检测手段齐全，产品享有良好的信誉。

该产品已广泛应用于各种连续式加热炉、热处理炉、干燥炉、铸造炉、化工用炉等回收烟气带走的余热，提高燃料理论燃烧温度，降低燃料消耗，空气预热温度可达350—550℃。产品结构紧凑，寿命长，易于安装、维修工作量少，适合国情，经济效益显著，投资回收期短，是目前国内热工设备节约燃料不可缺少的节能设备。

产品共有四个系列：PGH—1100、1550、1800、2040。通过不同方式排列组合、满足不同需要的换热面积。

该产品已销售国内二十四个省、市、自治区，一百二十余个钢铁企业，深受用户欢迎。八六年该产品荣获辽宁省优质产品称号，同年冶金部委托辽宁省冶金厅邀请全国大专院校，研究设计部门及部份用户，对该厂产品进行审查评议，认为产品有特色，质量“信得过”。

产

· 片状管器壁耐热温度达900℃，含硅量符合JB640—65标准，RQT Si—55规定；球化率75%以上，使用寿命四~五年。

品

· 余热回收率35—55%；预热温度最高达600℃。

性

· 燃料节约率15—25%。

能

· 单位体积换热面积较管状大53%，传热系数较高。

· 气密性好，试验压力 2.07×10^4 Pa，经一小时余压 1.71×10^4 Pa。

选用该厂产品请认准，“辽海牌”注册商标，仅防假冒

为满足用户特殊要求，对小型专用热工设备，可根据需要承担设计与制造，不另收设计费，竭诚欢迎用户来图，该厂承接试制各种类型换热器。

该厂长期与海城合金铸钢厂合作，生产前列管耐高温组合不同材质的换热器，以满足用户要求。性能最佳，质量优良，价格低廉，畅销全国。

热诚为用户服务，保证工期，代办运输。

厂址：辽宁省海城市东四 电报：2255 电话：东四总机转

厂长：乔伟

联系人：阎明金 何方胜

序 言

钢铁联合企业的能源结构大都以煤为主, 约占75%。目前对于能源的有效利用大致占60%, 另有20%为高温余热, 20%为低温余热。钢铁企业的余热资源是发展钢铁工业的重要资源之一, 余热资源的回收利用有利于企业的经营管理, 可以改善企业面貌和保护环境, 有利于增强竞争能力, 降低成本、增加利润、提高企业的经济效益。

我国工业余热资源十分丰富、节能潜力巨大, 余热资源的回收利用应从战略上予以重视, 已日益为广大科技工作者和社会各界人士密切注意。

1987年初国家经委能源局委托冶金工业部並责成冶金部鞍山热能研究所对钢铁企业余热资源进行了全面调查, 有关领导部门和国内同行对此十分关心, 现将调查工作的结果汇总于此, 以资交流信息促进各方重视。

专集统计了12个联合企业, 45个重点企业和60个中小企业即总计117个企业的余热资源状况、初步查明了我国钢铁工业余热资源的数量、分布及回收利用状况; 分析了我国目前余热回收装置的基本状态; 并对余热利用技术路线、技术政策、发展规划等方面作了初步探讨。

专集特邀本专业领域论文20篇, 分别就赤热焦炭、高炉渣、烧结矿等固体高温显热回收; 各种炉窑烟气气体显热回收; 炉气潜热回收等进行了论述和评价, 为今后开展余热回收技术工作指出了途径。

专集收集了国内200余座工业炉窑的热平衡测试资料, 统计出吨钢、吨铁、吨材等单位产品的余热资源量, 结合其产量的变化, 便不难估算出余热资源的总量。

专集收集了代表性厂矿企业使用余热回收装置的性状, 统计了各种换热设备的效率、投资等技术经济参数, 介绍了余热锅炉的制造厂, 设计参数和实际应用情况; 还选登了国外钢铁工业气态、液态和固态余热回收工作交流了信息。

钢铁工业余热资源调查和专集的汇编是在上级领导部门, 各省市冶金厅、有关企业大力支持, 通力合作的结果。专集的出版将促进我国钢铁工业余热资源的合理利用。对科研、设计、教育和企业生产管理部门提供了重要参考资料。由于余资源的利用涉及面广, 又与社会各方面密切相关, 本专集在调查、整理、汇编上不足之处, 殷切期望广大读者提出宝贵意见。

冶金工业部鞍山热能研究所所长 冯安祖

1988年3月

鞍山锅炉厂概况

鞍山锅炉厂是一九四九年建厂，现有职工1200人，占地面积12万平方米。该厂是我国工业锅炉行业付组长，东北地区锅炉行业的组长厂，并设有省属的工业锅炉研究所和机械委电工局东北地区工业锅炉热工测试中心站。

我厂是国家定点设计制造余热锅炉的两个厂家之一。锅炉生产能力范围：锅炉工作压力 $<382 \times 10^4 \text{ Pa}$ ，蒸发量 <120 吨/时。主要产品有各种规格型号的蒸气锅炉、余热锅炉、热水锅炉三大系列；此外生产沸腾炉、煤粉炉、甘蔗渣炉等特种类型锅炉。目前生产60多种锅炉，销往全国27个省、市、自治区，并远销坦桑尼亚、赞比亚等国家。

八〇年以来开发二十余种新产品，其中八种列为国家推广的节能产品，SHL10-13-A I型锅炉在八六年被评为省优质产品，机械委的优秀节能产品。“七五”期间该厂被国家列为重点的技术改造企业，改造后年生产能力 3650 蒸吨。一九八六年与西德签订引进燃中质煤的BL型固定倾斜搅动水冷炉排的全套制造技术和加工模式水冷壁的部分关键设备合同，技术引进消化后，产品可赶上国际先进水平。欢迎广大企业选用我厂制造的各种型号锅炉。



封面设计

王百余

目

录

钢铁工业余热资源调查汇编	(1)
钢铁工业炼铁工序余热资源调查统计表(高炉)	(36)
钢铁工业炼铁工序余热资源调查统计表(烧结机)	(52)
钢铁工业炼铁工序余热资源调查统计表(球团竖炉、回转窑)	(64)
钢铁工业炼铁工序余热资源调查统计表(焦炉)	(66)
钢铁工业炼钢工序余热资源调查统计表(平炉)	(76)
钢铁工业炼钢工序余热资源调查统计表(转炉)	(80)
钢铁工业炼钢工序余热资源调查统计表(电炉)	(88)
钢铁工业炼钢工序余热资源调查统计表(铁合金)	(98)
钢铁工业炼钢工序余热资源调查统计表(耐火材料)	(104)
钢铁工业轧钢工序余热资源调查统计表(加热炉)	(108)
钢铁工业轧钢工序余热资源调查统计表(均热炉)	(156)
钢铁工业轧钢工序余热资源调查统计表(退火炉等炉)	(160)
目前运行的余热回收装置调查统计表(管式换热器)	(170)
目前运行的余热回收装置调查统计表(余热锅炉)	(182)
目前运行的余热回收装置调查统计表(余热锅炉预热器—发电联合装置)	(184)
目前运行的余热回收装置调查统计表(片状换热器)	(202)
目前运行的余热回收装置调查统计表(板式、针状、喷流、回转、辐射、湍流等换热器)	(212)
目前运行的余热回收装置调查表(热管换热器)	(216)
目前运行的余热回收装置调查表(汽化冷却装置)	(219)
目前运行的余热回收装置调查表(冷却水余热回收装置)	(230)
目前运行的余热回收装置调查表(煤气回收及直接回收热利用装置)	(236)
钢铁厂废气显热的回收和利用	(241)
钢铁工业的固体显热回收	(273)
钢铁渣显热回收利用	(294)
炼铁煤气综合利用委员会阶段报告书	(303)
宝钢干熄焦工程分析	(313)
红焦显热的回收——压力熄焦法	(319)
焦炉上升管汽化冷却的余热利用	(322)
焦化泛汽的余热利用	(325)
高炉汽化冷却的经济评价	(333)
首钢高炉渣显热的回收	(334)
鞍钢1号高炉荒煤气予热净煤气的生产实践	(341)

烧结冷却机余热回收技术.....	(350)
转炉炉气的余热利用.....	(354)
加热炉高温烟气余热利用方案的技术经济评价.....	(362)
中、低温烟气余热回收及应用.....	(366)
鞍钢余热锅炉的技术进步.....	(374)
分离型管余热回收装置的应用.....	(380)
热管余热锅炉.....	(387)
马钢余热(余能)利用效益及提高效益的设想.....	(392)
新抚钢余热资源分布回收及利用状况.....	(396)
高炉热平衡统计表.....	(399)
热风炉热平衡统计表.....	(401)
烧结机热平衡统计表.....	(403)
球团竖炉热平衡统计表.....	(404)
焦炉热平衡统计表.....	(405)
锅炉热平衡统计表.....	(406)
炼钢工序炉窑热平衡报告数据统计表(平炉).....	(408)
炼钢工序炉窑热平衡报告数据统计表(转炉).....	(409)
炼钢工序炉窑热平衡报告数据统计表(电炉).....	(410)
炼钢工序炉窑热平衡报告数据统计表(化铁炉).....	(412)
炼钢工序炉窑热平衡报告数据统计表(耐火).....	(413)
钢铁工业轧钢工序热平衡测试统计表(加热炉).....	(414)
钢铁工业轧钢工序热平衡测试统计表(均热炉).....	(420)
钢铁工业轧钢工序热平衡测试统计表(退火炉等炉).....	(421)
《余热锅炉和余热利用设备科技情报网》余热锅炉和余热利用设备 产品设计制造使用情况一览.....	(423)

钢铁工业余热资源调查汇编

张凤起 金 岩 王凤荣 吕英华 邱玉林

(冶金工业部鞍山热能研究所)

1、前言

受国家经委能源局的委托,冶金部以(86)冶科钢字第443号文件,并责成我所对部属117家钢铁企业余热资源情况进行了调查。经过一年来的努力,在经委能源局、部科技司、各省冶金厅(局)的指导配合下,在各企业的大力支持下,顺利地完成了任务。初步查明我国钢铁工业余热资源总量达1500余万吨标煤/年,是发展钢铁工业重要的资源之一。

为搞好本次调查工作,调查组同志先后走访了四川、云南、贵州、江苏、福建、河南、山西等廿来个省市;与四川省冶金厅、湖北省冶金工业总公司、攀枝花钢铁公司、水钢铁厂、昆明钢铁公司、杭钢、马钢、宝钢、太钢、鞍山钢铁公司、上钢二厂、三明钢铁厂等企业进行了座谈,同各单位就余热回收情况、存在问题、今后打算等交换了意见,取得了第一手资料。

调查组同志发下了各种表格先后于117家企业、回表109家,占93%。天津市冶金局、河南省冶金厅、河北省冶金厅、湖南省冶金厅、四川省冶金厅等单位对此项工作抓得紧,表格填写工作等及时认真;马钢、鞍钢、首钢、唐山钢铁公司、本钢、梅山冶金公司、上海新沪钢厂、峨嵋铁合金厂、贵阳钢厂、水城钢铁厂、北台钢铁厂、通化钢铁公司、合肥钢铁厂、江西钢厂、张店钢铁厂、下陆钢铁总厂、广州钢铁厂、四川威远钢铁厂、昆钢、西安钢铁厂、新疆八一钢铁总厂等单位对此工作十分认真。有些单位表格、信件往返多次仍很认真负责,并寄来许多炉窑设备热平衡测试报告等有关资料,丰富了报告内容。

本次调查工作面广数量大、涉及的资源种类繁多,为从多方面获取数据,我们采取了普遍调查和统计相结合的办法。部里行文发下调查表格,以炼铁、炼钢、轧钢工序三条线展开全面普查,索取原始生产数据,计算由调查组同志统一做,易分类统计,并可避免计算时不统一的差错。

为发挥以往我所测试工作的优势,在普查的基础上利用测试数据——主要是热平衡中余热数量所占的百分比进行大量统计,从而获得吨钢、吨铁、吨材等单位产品余热资源量,为概算全国余热资源数量提供了依据。

为收集国外钢铁工业余热回收利用情报,我们特邀了冶金部情报研究总所钢铁室

本文由张凤起同志执笔。

同志收集了国外钢铁工业气、固、液三态余热资源的回收利用情报，资料新、范围广、介绍内容详细。

为推广和制定国内今后的余热回收技术路线，我们征集了来自科研、设计、企业等单位11篇论文，分别就国内钢铁工业中目前回收利用情况予以介绍。

为考查分析国内余热回收设备种类、性能、运转状况，我们统计了“目前运行的余热回收装置调查表”，按换热器种类、效率、投资等予以简要分析。

为便于设计部门选用余热回收设备，将国内部分余热回收设备进行了选登。

上述国外情报、征集的论文、回收装置调查分析等数据资料，已在《钢铁工业余热资源调查专集》一书中出版。

本次调查就余热资源统计的限定范围参数界限如下：

烟气体温度： $<250^{\circ}\text{C}$ 以下不计入余热总资源内（热风炉烟气除外）；

固体载体温度： $<400^{\circ}\text{C}$ 以下不计入总资源内；

冷却水载体温度： $<50^{\circ}\text{C}$ 以下不计入总资源内。

上述余热资源载体温度界限的确定按统计数据、传热原理、烟囱抽力、腐蚀设备情况、经济投资等因素考虑的，系人为确定仅供参考。

对于可利用的余热资源这一概念按（76）冶能字第2599号文定义的范围来看，根据目前国内在红焦、烧结矿、高炉渣等载体皆有回收实例，因此很难再将余热资源区分为可利用和不可利用之别（即从技术难易程度上划分），笔者建议可利用余热资源概念可否采用如下定义：

可利用的余热资源量=余热总资源量—限定回收参数界限以下载体携带热量

如就 700°C 的烟气而言

$$Q_{\text{可}} = V \cdot (C_{700} \cdot t_{700} - C_{250} \cdot t_{250}), \text{KJ}/\text{m}_k^3;$$

利用率 $\eta\%$

η = 已回收的热量/可利用的余热资源量， $\%$ ；如果排烟温度低于限定界限温度，则利用率大于100%，亦是可行的，这表明回收效率较高，排烟温度低于限定界限温度值。

由于各单位企业能量平衡工作进度不一，填表工作有一定的困难，加之我们收集的资料面和水平有限，有错误之处请批评指正，谢谢！

2、钢铁工业余热资源调查统计结果

2.1、调查厂家

本次调查范围按（86）冶科钢字第443号文指出的确定调查范围是：地方骨干以上企业共117家。其中联合企业12家、重点企业45家、中小企业60家。发下表格单位117家，返回110家，其中有8家未统计在内。

2.2、余热资源统计办法说明

为准确查清余热资源的数量及其利用情况，在统计中可能遇到的有关事项说明如下：

（1）余热资源种类及其分布

①余热

钢铁工业的余热是：在生产过程中各种用能设备及产品排放或携带出的有回收价值的热量。主要分布在以下生产过程中，如烧结、球团、焦化、炼铁、炼钢（平、转、电炉）、轧钢、铁合金、连铸、耐火等。

②种类

- (a) 各种烟炉气
- (b) 冷却介质
- (c) 高温产品及高温渣
- (d) 其它

(2) 余热资源范围的确定

余热总资源：是指用能设备及产品排放或携带出的有回收价值的各类余热的总和。按下列情况区分余热资源

①在钢铁工业生产中，中间产品（如铁水等）带有大量显热，这部分热量大多已在下一工序中得到利用时，则不算余热资源。

②钢铁工业生产过程中产生的可燃性气体（如高炉、焦炉、煤气在工艺上已做为二次燃料加以利用，不算余热资源。但在企业中目前尚有富余的高、焦炉煤气，请在备注中填写出其热值及热量。

③利用高炉煤气的余压发电，蒸汽锅炉压差发电等这类余能不属该余热计算范围。

④各种炉窑烟气余热的确定

(a) 本次调查规定各种炉窑烟气温度 $\geq 250^{\circ}\text{C}$ 时计入余热总资源。

(b) 现已装有蓄热室、换热器的炉窑，还没有上换热器的炉窑，一律从出自炉窑本体（炉膛）算起，但平炉、焦炉从蓄热室后计算（即设计时已纳入本体结构的蓄热室）。

⑤冷却介质余热

(a) 汽化冷却及泛汽应视为余热。

(b) 冷却水出口水温大于 50°C ，且较为洁净者（如初冷器冷却水）计为余热资源。

(c) 对于温度较高、但含有杂质及腐蚀性等个别有害液体，目前不算做余热资源。

(d) 温度虽然较高、亦很洁净、但量很小，即便回收亦无多大用途者，不能视为余热资源。

⑥高温产品及高温渣

除上述铸铁块外，其余皆按余热资源计算，但温度低于 400°C 则不计入。

(3) 具体统计范围可参照下列载体或分布部位

①焦化：红焦、上升管汽化冷却，初冷器的冷却水，冷凝水及泛汽。

②烧结：烧结矿、球团矿、烟气等。

③炼铁：高炉汽化冷却、热风炉汽化冷却、炉渣、热风炉烟气等。

④炼钢：平、转、电炉烟（炉）气、平炉汽化冷却，平转电炉的红钢锭（特种钢需缓冷者不计入）、炉渣、矿热炉炉气，锻烧炉烟气等。

⑤轧钢：加热炉、均热炉、连续式热处理炉、多组集中排烟间歇式热处理炉的烟气，汽

化冷却, 轧后热钢坯(材)等。

⑥耐火: 回转窑、隧道窑烟气, 水冷衬竖窑的汽化冷却及熟料等。

⑦其它: 化铁炉烟气、汽锤泛汽等。

(4) 有关填写表格方面的说明

①计量单位

该调查表本应采用我国目前推行的法定计量单位, 但考虑现场以往统计资料采用的单位情况, 加上现用设备、仪表标牌都是老式的, 因此本调查表仍采用原计量单位制, 便于填写。有些单位已采用法定计量单位, 请将表格中的单位改一下, 如 kcal 改成 kJ。

②填表

填写表格之前请一定要看看统计办法说明, 哪些该填的, 哪些是不要的。我们发下的表格有两种: 一种是按工序分调查余热资源状况用的, 分为炼铁、炼钢、轧钢三个工序, 按单台设备填写; 另一种表格是填写目前运行的余热回收装置工作情况, 这个表格不分工序, 每个厂家都填写。

③表中有二项索取数据是一个作用, 如烟气的同烟气空气系数、比热容同典型(烟气、炉渣)成份, 填写时请注意, 我们希望填出烟气量及典型成份。

④有些厂家对于烟气温度低于250℃、冷却水低于50℃者亦进行了回收利用, 本次填表时亦应列入余热资源范围之内。

本“说明”仅供填写时参考之用, 有遗漏或不当之处请提出批评指出。

2.3. 余热总资源状况

按调查表统计109家余热资源总量为 1578×10^4 吨标煤/年, 其中炼铁工序占46%, 炼钢工序, 炼钢工序占29.7%, 轧钢工序24.3%。见表1。

表1 钢铁工业109家企业余热资源数量及回收利用情况 标煤

数 量 别 工 序	类 别	余热总资源		已回收的余热资源								产品产量 万吨/年	调查 厂家 家数	
		数 量 万吨/年	吨产品 资源 公斤/吨	数 量 万吨/年	占余热资源 的百分比 %	利 用 情 况				生 产 数 量 万吨/年	生 活 数 量 万吨/年			
						生 产 数 量 万吨/年	%	生产及生活				生 活 数 量 万吨/年		%
								数 量 万吨/年	%					
炼 铁		725.9758		32.0439	4.41	169383	52.86	16956	5.29	134100	41.87	15		
炼 钢		468.9611	102	49.2616	10.50	203435	41.29	258312	52.44	30863	6.57	19		
轧 钢		383.3274		65.9660	17.22	501589	76.00	79183	12.00	79188	12.00	88		
合 计		1578.2643		147.3015	9.33	874407	59.36	354451	24.06	244157	16.53	109		

2.4. 余热资源载体及数量分布

钢铁工业余热资源载体主要有: 烟气、红焦、荒煤气、烧结矿、高炉渣、轧材等; 其次有钢锭、钢渣、汽化冷却汽等, 其中:

烟气载体资源量占总资源量的比例(%) 40.74 109家企业余热资源量(万吨标煤/年)

红 焦 " " " " " 10.83 炼铁工序合计: 725.9758

荒煤气 " " " " " 9.84 炼钢 " " : 468.9611

烧结矿 " " " " " 9.35 轧钢 " " : 383.3274

高炉渣 " " " " " 8.97 总计 : 1578.2643

轧 材 " " " " " 8.84

钢 锭 " " " " " 6.19

详见表2

表: 2

钢铁工业 109 家企业余热资源载体及数量分布

(标煤)

种 类	红 焦	烧结矿	球团矿	钢 锭	轧 材	高炉渣	钢 渣	烟 气	荒煤气	汽化冷却	泛 汽	冷 却 水
工 序	万吨/年	万吨/年	万吨/年	万吨/年	万吨/年	万吨/年	万吨/年	万吨/年	万吨/年	万吨/年	万吨/年	万吨/年
炼铁工序	170.885	147.507	42.1267			141.5733		105.3050	153.2984	1.5184	1.6615	
炼钢工序				97.6279			42.2287	327.8940		1.2105		
轧钢工序					139.5444			209.7395		32.3339		1.7096
合 计	170.885	147.507	42.1267	97.6279	139.5444	141.5733	42.2287	642.9385	153.2984	35.0628	1.6615	1.7096
占余热总 资源比例%	10.83	9.36	0.13	6.19	8.84	8.97	2.67	40.74	9.84	2.22	0.11	0.11

2.5. 回收状况

据109家企业统计结果,已回收的余热资源总量为 147×10^4 吨标煤/年,其中:

炼铁工序回收量为 32.0439×10^4 吨标煤/年,占余热资源总量4.41%;

炼钢工序 " 49.2616×10^4 " ,占余热资源总量10.50%;

轧钢工序 " 65.996×10^4 " ,占余热资源总量17.22%。

特点:轧钢工序回收较好,炼钢工序次之,而余热资源量大的炼铁工序回收量最少,即:红焦、高炉渣、烧结矿显热亟待开发。详见表1,2。

2.6. 回收后利用情况

利用于生产方面有 874407 吨标煤/年,占59.39%;

生产和生活方面有 354451 " " " 24.06%;

生活方面 有 244157 " " " 16.58%。

特点:轧钢工序回收后返回本工艺较多,只有炉底管汽化冷却汽用于生活方面较多;炼铁工序中焦化厂初冷水、炼铁水冲渣等利用生活上比重大;炼钢工序则居二者之间。

如果将回收后利用于生产与生活总量中的一半按用于生产上计算,则回收后利用于生产上的百分比可达70%左右,生活上约占30%,上述数据表明了我国钢铁工业余热回收后利用方向是正确的。详见表1。

2.7. 各工序余热资源状况分析

2.7.1. 炼铁工序余热资源状况

该工序余热资源数量大、分布集中、回收技术难、投资高。

焦化厂：统计41家焦化厂，其资源分布是：

载体	吨产品余热资源量 kg标煤/t	资源总量 10 ⁴ .t	回收率 %
红焦	51	171	6.69
荒煤气	47	155	8.31
合计（红焦+荒煤气）	98	326	15.00

对红焦显热人们有所注视，然而经统计发现荒煤气显热占有量亦是相当可观的，如同红焦显热一样大有开发之势。目前仅有上升管汽化冷却这一工艺尚还不够，如能改变煤气水冷的传统工艺，从中回收其显热是个有前途的科研课题。

炼铁厂：55家企业余热资源分布量

（烧结厂）

载体	吨产品余热资源量 kg标煤/t	资源总量 10 ⁴ .t标煤/年	回收率 %
（烧结矿）	（22）	（147.5）	0.65
高炉渣	33	141	4.53
热风炉烟气	18	78	5.08

表3： 钢铁工业炼铁工序余热资源调查统计表 （标煤）

数 量 工 序	资 源 情 况	余热总资源		已回收的余热资源								调 查 厂 家	产 品 产 量 万吨/年	
		数 量 万吨/年	吨产品 余热资源 公斤/吨	回收资源 数量 万吨/年	占余热 总资源 百分数 %	利 用 状 况								
						生 产 万吨/年	%	生 产 和 生 活		生 活				
								万吨/年	%	万吨/年	%			
工 序 合 计		725.9758		32.0439	4.41	16.9333	52.86	1.6956	5.29	13.4100	41.85	36		
炼 铁 工 序 余 热 资 源	焦	红焦	170.1851	5	11.4400	6.69	11.4400	100				41	3317.83	
	荒煤气	155.2984	47	8.3084	5.35	1.3081	15.72	1.0300	12.40	5.9719	71.88	“		
	烟气	26.2538	8	0.2084	0.79	0.2084	100					“		
	烧	烧结矿	147.5074	22	0.9612	0.65	0.3278	34.10			0.6334	65.50	44	6667.95
	球团矿	2.1207	13									“	159.33	
	烟 气	0.7939		0.4410	55.55	0.4410	100					“		
	炼	高炉渣	141.5733	33	6.4080	4.53					6.4080	100	55	4342.41
	汽化冷却	1.5184		0.3608	19.81					0.3608	100	“		
	热风炉烟气	78.25.3	18	3.9765	5.08	3.2150	80.85	0.6656	16.74	0.0959	2.41	“		

高炉渣显热回收有待进一步开发。热风炉烟气余热回收尚未全面展开,目前热管换热器的质量有待于进一步提高。详见表3。

2.7.2 炼钢工序余热资源状况

根据59家企业统计结果余热资源分布如下:

载体	吨产品余热资源量 kg标煤/t	资源总量 $10^4 \cdot t$ 标煤/年	回收率 %
平炉烟气	114	136	15.15
转炉烟气	44	122	21.47
电炉烟气	26	14	3.33
铁合金烟气	1125	50	2.32

目前各钢厂平炉后面大部配装有余热炉,进余热炉的废气温度约700℃,按GB3486-83标准评价其回收率应达27%,尚有一定差距,表明仍有一定的工作可做。

转炉煤气回收国内多采用燃烧法和半燃烧法回收,吨钢煤气回收量可达50~80m³,热值为75~84GJ/万m³,回收的余热量相当13~23kg标煤/吨钢。目前已上煤气回收装置的厂家有:上钢一厂、上钢三厂、上钢五厂、三明钢铁厂、马钢、武钢、宝钢等厂。国内除引进外,上钢三厂25t的转炉煤气回收系统系冶金部建筑研究总院设计研制的,效果较好。

总的来看国内煤气回收系统回收率不高,其主要原因是监测仪表不过关,为安全起见,不得不降低回收率。

电炉烟气(煤气)回收国内已开展,吉林铁合金厂有四座炉(101#~104#炉,2座MnSi炉,1座CFeCr炉,1座CFeMn炉)年回收煤气量 $\Sigma V = 30 \times 10^6 m^3$ (平均热值为8500KJ/m³左右),折标煤8700吨左右。目前正准备于401#、402#炉上安装余热锅炉。回收的炉气供厂内石灰窑、铜精矿焙烧、铝粒炉、锻造炉等用。详见表4。

2.7.3 轧钢工序余热资源状况分析

(1) 轧钢余热资源分布(见表5)其分布情况是:

- ① 主要集中轧钢加热炉烟气载体,其量可达163.9286万吨标煤/年,属高温烟气载体显热就达145.6991万吨标煤/年,分别占轧钢工序资源总量的42.76%和38.00%;
- ② 显热的固体载体主要是轧后的成品材,资源总数量为99.9384万吨标煤/年;
- ③ 均热炉烟气载体资源量达33.611万吨标煤/年,固体载体资源量为38.5152万吨标煤/年;
- ④ 加热炉炉底汽化汽载体资源量达32.3339万吨标煤/年,利用率达21.66%。

(2) 回收利用情况

轧钢工序已回收的余热资源量达65.9960万吨标煤/年,而高温烟气回收率达27.37%,已超GB3486-83国家关于工业炉烟气余热回收率标准规定值(27%)。回收后应用于生产方面比例达76%,加上生产和生活方面可达88%,即绝大部分应用于生产工艺上,回收后利用合理、方向正确。

表4

钢铁企业炼钢工序余热资源调查统计表

(标煤)

数 据	资 源 类 别 资源载体	余热总资源		已回收的余热资源								产 品	调 查	
		资源数量 万吨/年	吨产品 资源量 公斤/吨	资源数量 万吨/年	占余热 资源的 百分比 %	利 用 状 况						产 量 万 吨 / 年	厂 家	
						生 产		生产及生活		生 活				
						数量 吨/年	回收率 %	数量 吨/年	回收率 %	数量 吨/年	回收率 %			
工 序 合 计		468.9611	102	49.2616	10.50	203435	41.29	258312	52.44	30869	6.27	4595.4998	59	
炼 钢 工 序 余 热 资 源	平 炉	烟气	136.2150	114	20.5893	15.72	44673	21.70	142808	69.36	18412	8.94		
		钢锭	28.7355	24										
		钢渣	12.6692	11										
		合计	177.6197	148	20.5893	11.59	44673	21.70	142808	69.36	18412	8.94	1199.6389	13
	转 炉	炉气	122.4520	44	26.2853	21.47	156108	59.39	94288	35.87	12457	4.14		
		钢锭	55.9113	21										
		钢渣	25.1659	9										
		合计	203.5292	74	26.2853	12.91	156108	59.39	94288	35.87	12457	4.74	2730.6523	46
	电 炉	烟气	14.2698	26	0.4750	3.33	750	15.79	4000	84.21				
		钢锭	12.8205	23										
		钢渣	4.3003	8										
		合计	31.3906	57	0.4750	1.51	750	15.79	4000	84.21			551.6866	46
	铁 合 金	烟气	49.8057	1125	1.1550	2.32	1904	16.48	9646	83.52				
		产品	0.1606	4										
		高温渣	0.0933	2										
		合计	50.0596	1131	1.1550	2.31	1904	16.48	9646	83.52			44.2820	8
	耐 火	烟气	5.1515	74										
		汽化冷却	1.2105	17	0.7570	62.54			7570	100.00				
		合计	6.3620	91	0.7570	11.90			7570	100.00			69.2400	8
	总 计	烟气	327.8940	71	48.5046	14.79	203435	41.94	250742	51.70	30869	6.36		
		钢锭(产品)	97.8279	21										
		高温渣	42.3287	9										
		汽化冷却	1.2105		0.7570	62.54			7570	100.00			4595.4998	59

表5

钢铁工业轧钢工序余热资源调查统计表

(标煤)

数	资源类别 资源载体	余热总资源		已回收的余热资源							产 品 产 量 万 吨 / 年	调 查 厂 家	
		资源数量 万吨/年	吨产品 资源量 公斤/吨	资源数量 万吨/年	占总资 源百分 比 %	利 用 情 况							
						生 产 数量 万吨/年	%	生 产 及 生 活		生 活			
								数量 万吨/年	%	数量 万吨/年			%
工 序 合 计		383.3274		65.996	17.22	50.1589	76.00	7.9183	12.00	7.9188	12.00	7105.2840	
加 热 炉	烟 气 高 温	145.6991		39.8846	27.37							4854.8826	88
	烟 气 中 低 温	18.2295		2.7294	14.97								
	固 体	99.9784		0.9933	9.99								
	汽化冷却	32.3349		7.0051	21.66								
	冷却水	1.7096											
	合 计	297.9105	61.36	50.6124	16.99	36.8695	72.85	6.6922	13.22	7.0507	13.93		
轧 钢 工 序 余 热 资 源	均 烟 气 高 温	33.611		14.1338	42.05							2067.8739	16
	均 烟 气 中 低 温	3.4422		0.6649	19.32								
	均 固 体	38.5152											
	均 汽化冷却												
	均 冷却水												
	合 计	75.5684	36.54	14.7987	19.58	12.7045	85.85	1.226	8.28	0.8681	5.87		
退 火 炉 等	烟 气 高 温	7.148		0.5522	7.73							182.5215	20
	烟 气 中 低 温	1.6097		0.0327	2.03								
	固 体	1.0903											
	汽化冷却												
	冷却水												
	合 计	9.8485	52.96	0.5849	5.94	0.5849	100						
各 炉 总 计	烟 气 高 温	186.4581		54.5706	29.27							7105.2830	
	烟 气 中 低 温	23.2814		3.427	14.72								
	固 体	139.5444		0.9933	0.71								
	汽化冷却	32.3339		7.0051	21.66								
	冷却水	1.7096											
	合 计	383.3274		65.996	17.22	50.1589	76.00	7.9183	12.00	7.9188	12.00		

2.8 十二家联合企业余热资源状况

(1) 余热资源数量及分布

十二家联合企业余热资源总量为947.2821万吨标煤/年, 分布如下:

炼铁工序余热资源总量482.8999万吨标煤/年 占50.98%

炼钢 " 267.6058 " " 28.25%

轧钢 " 196.7764 " " 20.77%

特点：量大集中，占钢铁工业余热资源总量的60%。

(2) 回收利用情况

十二家企业回收总量：97.1476万吨标煤/年。回收后利用于生产方面比例大，约占70%。轧钢工序回收利用较好，其次炼钢，炼铁差些。详见表6~9。

表6 钢铁工业十二家联合企业余热资源数量及回收利用情况 (标煤)

数 量 状 况 工 序	余热总资源		已回收的余热资源								产 品 调 查	
	数量	吨产品 余热资源	数量	占余热 资源的 百分比	利 用 状 况						产 品 万 吨	厂 家
					生 产		生产及生活		生 活			
工 序	万吨/年	公斤/吨	万吨/年	%	数量 吨/年	%	数量 吨/年	%	数量 吨/年	%	/ 年	厂 家
炼铁工序	482.8999		27.7025	5.74	146311	52.71	13981	5.04	117.54	42.25		12
炼钢工序	267.6058	98	34.3049	12.82	192793	56.20	120914	35.25	29342	8.55	2724.0459	26
轧钢工序	196.7764		35.1402	17.86	264777	75.25	58718	16.14	29907	8.51	4346.9255	27
合 计	947.2821		97.1476	10.29	603581	64.13	191593	19.72	176302	18.15		12

表7 钢铁工业十二家联合企业炼铁工序余热资源调查统计表 (标煤)

数 量 状 况 工 序	资 源	余热总资源		已回收的余热资源								调查 厂家	产 品 产 量 万吨/年
		数量	吨产品 余热 资源	回收资源 数量	占余热 总资源 百分数	利 用 状 况							
						生 产	生 产 和 生 活		生 活				
		万吨/年	万吨/年	万吨/年	%	万吨/年	%	万吨/年	%	万吨/年	%		万吨/年
工序合计		482.8999		27.7025	5.74	14 6911	52.71	1.3861	5.04	11.7053	42.25	12	
钢铁 工序 余热 资源	红 铁	118.8680	51	11.4400	9.64	11.4400	100					11	2304.55
	荒煤气	107.0579	46	7.1105	6.64	0.8100	8.58	1.0300	14.49	5.4705	76.93	11	
	烟 气	14.1954	6									11	
	烧 结 矿	105.3478	23	0.5882	0.54	0.3278	57.69			0.2404	42.31	12	4626.20
	球 团 矿	0.5392										12	84.56
	结 烟 气	0.7939		0.4410	55.55	0.4410	100	烟 气 是 马 钢 一 家 回 转 窑 数 据				12	
	炼 高 炉 渣	90.9955	31	5.9944	6.59					5.9944	100	12	2929.3561
	汽化冷却	0.0634											
	铁 热 风 炉 烟 气	45.2407	15	2.1484	4.75	1.7823	82.96	0.3661	17.04				

表8 钢铁工业十二家联合企业炼钢工序余热资源调查统计表 (标煤)

数 据	资 源		余热总资源		已 回 收 的 余 热 资 源								产 品 单 位 万 吨 / 年	调 查 厂 家 数
	资 源 类 别	资源数量 万吨/年	吨产品 资源量 公斤/吨	资源数量 万吨/年	占余热 资源的比 %	利 用 状 况								
						生 产 数量 吨/年	回收率 %	生产及生活 数量 吨/年	回收率 %	生 活 数量 吨/年	回收率 %			
资源载体														
工 序 合 计		267.8058	98	34.4649	12.82	192793	56.20	120914	35.25	20342	8.55	2724.0459	12	
平 炉	炉 气	122.2298	126	14.7470	12.00	44673	30.31	85852	58.24	16885	11.45			
	钢 锭	23.7787	25											
	钢 渣	9.9512	10											
	合 计	155.9617	161	14.7470	9.45	44673	30.31	85852	58.24	16885	11.45	968.0093	6	
转 炉	烟 气	56.5522	34	19.1639	13.89	148120	77.29	31062	18.21	12457	6.50			
	钢 锭	34.3093	21											
	钢 渣	12.3991	8											
	合 计	103.2608	63	19.1639	18.56	148120	77.29	31062	18.21	12457	6.50	1636.7899	12	
电 炉	烟 气	4.0516	40	0.4000	9.87			4000	100.00					
	钢 锭	1.9812	19											
	钢 渣	0.3154	3											
	合 计	6.3282	63	0.4000	6.42			4000	100.00			100.7899	4	
耐 火 资 源	烟 气	2.0551	112											
	汽化冷却													
合 计		2.0551	112									18.3500	4	
总 计	烟 气	184.8887	67	34.3049	18.55	192793	56.20	120914	35.25	20342	8.55			
	钢锭(产品)	60.0492	22											
	高温渣	22.6679	8											
	汽化冷却													
												2724.0459	12	

2.9. 四十三家重点企业余热资源状况

(1) 余热资源数量及分布

43家企业资源总量: 291.1328万吨标煤/年, 占钢铁工业资源总量的18.15%。其中:

炼铁工序: 72.2365 万吨标煤/年, 占24.81%

炼钢工序: 136.7545 " " 46.97%

轧钢工序: 82.1418 " " 28.22%

分布特点: 主要集中于炼钢工序, 且烟气载体余热资源量达 109.4455 万吨标煤/年, 占 43家企业余热资源总量37.59%的, 占炼钢工序资源总量的 80%, 且集中分布于转炉和铁合