

专论与综述

理念引领,创新驱动,持续推动焦化绿色发展

甄玉科

(济钢集团有限公司,山东 济南 250101)

摘要:介绍了济钢在焦化系统自主开发的高效热媒应用、负压蒸馏工艺、高效节能、废物资源化治理、信息化自动控制和腐蚀综合治理等节能减排技术。对焦化工艺进行了深入的分析研究,提出了重新定位焦化厂功能和焦化企业坚持开放性创新等思想,强调了焦化企业之间开展技术交流的重要性。

关键词:焦化;节能减排;绿色发展

中图分类号:TQ52

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2012)06-0004-05

1 前言

多年来,济钢始终坚持以科技创新推动企业发展,开展了大量的创新实践活动。在焦化工序,济钢高度重视用科技创新改变传统焦化生产存在的高耗能、高污染问题,先后开发应用了用制冷水工艺冷却、横管初冷器、单塔脱苯、干熄焦国产化、煤的气流分级调湿、无蒸汽蒸氨、负压脱苯、负压蒸氨等科技创新成果,促进节能减排技术不断发展,创造了良好的经济效益和社会效益,逐步走出了一条“低碳焦化、绿色发展”的可持续发展的道路,在2012年的行业评选中,被评为全国创新型焦化企业,且有5项创新成果被评为焦化技术创新成果。

2 济钢关于焦化绿色发展的思考与实践

2.1 关于绿色发展的思考

2.1.1 开展技术创新,推动绿色发展的出发点

我国煤化工产业经过60 a的积累,特别是改革开放30 a来,实现了跨越式高速发展,创造了一系列世界之最,支撑了我国钢铁工业的高速发展,支撑了城市燃料清洁化,促进了化工合成、电石、医药、染料等相关产业的高速发展,保障了国民经济跨越式发展对煤化工产品的需求。我国的能源结构缺油、少气、富煤的禀赋,决定了煤炭能源的清洁高效利用技术的开发利用,成为我国国民经济发展和节能减排实现科学发展的战略核心。

由图1可见,煤焦化工艺是煤深加工形式中工艺最简单、能源转化率最高、成本最低、关联产品最丰富的一种最优模式,但是传统的炼焦行业却没能充分把焦化工过程的优越性充分变成现实,而是走过了一条以牺牲环境为代价的发展之路。因此,

开展技术创新,开发节能减排工艺技术,最大限度地减少焦化行业对环境和资源带来的不利影响,是焦化科技工作者义不容辞的责任和义务。

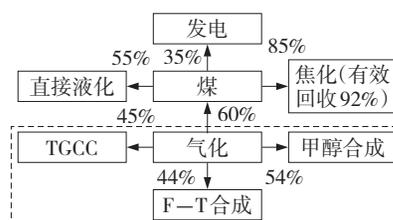


图1 煤炭主要利用模式的效率比较

20世纪90年代以来,国家落实科学发展观,大力推行节能降耗、清洁生产新技术,我国焦化工作者也为改变焦化产业的高污染、高能耗和粉尘、毒素、高劳动强度的状况,做出了艰苦的努力,扩大煤焦煤炭资源,提高焦炭质量,创新脱氨、脱硫工艺,开发清洁工艺技术,发展一碳化工,增加化工产品品种,消灭土焦提高能源利用率,使焦化行业发生了根本性的改变。但是由于历史、技术、机制等原因,目前整个焦化行业仍处在高污染、高能耗、粗放状态,主要面临的问题有:冶金高炉大型化,对焦炭质量要求越来越高和炼焦煤资源短缺、煤质劣化的矛盾;焦化工工艺生产能耗高、污水多、难处理与节能减排约束指标越来越严的矛盾;焦化生产成本低、市场价格下降与盈利空间越来越小的矛盾;焦化生产工艺过程粉尘多、气味大、毒素多与环境要求越来越高的矛盾;产品单一、附加值低与市场需求和生产能力的矛盾;操作岗位分散、劳动强度大、劳动生产率低与现代化高效管理的矛盾。

作为焦化企业,济钢焦化工序不仅面临日益严峻的环保、成本、市场等方面的压力,而且因为地处济南市,还面临水资源短缺、环保要求更加苛刻的考验,依靠科技进步、实施节能减排更加成为关乎自身生存发展的必然选择。况且焦化企业依靠技术创新实施节能减排,改变生产现场的环境面貌,为焦化员工提供更加有利于健康的工作环境,是给

收稿日期:2012-11-29

作者简介:甄玉科,男,1966年生,1989年毕业于武汉钢铁学院煤化工专业。现为济钢化工厂厂长,高级工程师,从事煤气净化回收与化工产品精制工作。

员工的最大福利,也是企业提高企业凝聚力的有效手段。

基于上述思考,多年来,济钢始终坚持以科技进步推动企业发展,实现了从节能降耗到清洁生产再到节能减排绿色发展的不断进步。

2.1.2 对传统焦化工艺的分析

长期以来,焦化工作者关注产品形成技术的开发和产品主流程的资源保证及管理,而极少关注产品形成过程中能质转换及技术的开发和管理,尤其是资源、能源的高效利用和高效转化等问题,因而造成过程运行成本高、效率低、污染严重,其实质是资源、能源的流失。

1)从焦炉能源平衡看能效,余热余能回收利用潜力巨大。按年产焦炭120万t计算,应用煤调湿工艺,吨焦可回收煤气余热折合标煤16 kg,配煤水分下降4%,可降低高炉煤气消耗,减少剩余氨水的产生,年直接经济效益可达1 200余万元;利用干熄焦工艺,吨焦可回收焦炭余热折合标煤42 kg,年发电可达1.66亿kW·h,经济效益1亿元;开发应用上升管余热回收技术,吨焦可回收荒煤气余热折合标煤34 kg,经济效益达8 200万元/a。合计每年可节约标准煤11万t,经济效益巨大。

2)从传统回收工艺过程的温度梯度变化看能效,8个温度梯度总温差达171℃,不但造成了能源的极大浪费,还造成了废水的产生,存在巨大的改进空间。按年产120万t焦炭的焦化厂计算,传统回收工艺消耗蒸汽69 t/h,节能潜力巨大。

3)从焦化产品结构看能效,化工产品的实际回收量与理论回收量差距巨大。据中国炼焦行业协会年报统计,2011年107家焦化厂的煤焦油回收率为3.22%,89家焦化厂的粗苯回收率为0.91%,精加工产品品种少、产量低、附加值不高,甚至还有大量焦炉煤气放散。

4)从整个焦化工艺过程看,传统的焦化工艺中,还存在以下突出问题:一是煤气洗涤、蒸馏采用正压工艺造成物料蒸发耗散,工艺效率低、污染环境;二是化产系统生产及扫气、保温、消防等大量使用蒸汽,热效率低,产生大量酚水;三是焦炉生产除干熄焦回收余热,其余余热基本未回收利用且回收效率低;四是槽罐、塔器放散管对环境污染突出;五是煤化工深加工产品品种少、精度低,附加值不高;六是含酚酚水产生点多、量大,分布广,处理难度大,运行成本高;七是能源转化效率低,传递使用极不合理。

基于以上认识,济钢在开展技术创新的过程中,致力于改变现有传统的单一产品加工模式,提

倡工艺全面开发,深度加工、综合利用。不仅注重产品,也注重过程,取得过程效率的最大化,以不断创新重塑工艺过程,提高资源效率和能源利用率,在源头节约资源和减少污染,开发高效、清洁、节能技术,改变消耗高、污染重、成本高的状况,实现焦化企业的绿色可持续发展。

2.1.3 技术创新方向的选择

按照清洁生产的思想,济钢确立了以“源头削减、过程控制和末端资源化治理”为方向,以自主创新、模仿创新和集成创新为主要手段,不断追求资源的高效利用、能源的高效转化和污染物高效资源化治理的总体创新思路。根据焦化生产工艺特点和存在的突出问题,形成了开发高效热媒应用、负压技术、高效节能、废物资源化治理4大技术以及腐蚀综合治理、提高设备自动化水平等具体创新内容,力图通过不断地创新,实现焦化生产过程的三零两降低,即外排水为零、废弃渣为零、化产系统生产用蒸汽为零、废气排放量不断降低、工序能耗不断降低。

2.2 济钢焦化技术创新实践

在多年的创新实践中,济钢在焦化系统开发了一批以4大核心方向为代表的工艺技术:以热导油替代蒸汽等化产零蒸汽生产工艺为代表的高效热媒应用技术群;以负压装煤、负压脱硫、负压蒸苯、负压蒸氨和焦油负压蒸馏5大负压工艺为代表的负压技术群;以国产化干熄焦技术和煤的气流分级与调湿技术为代表的高效节能技术群和以化产废渣配型煤、化产尾气治理为代表的废物资源化技术群;另外,还研究应用了沥青水下成型、脱硫废液提盐、信息化自动控制和腐蚀综合治理等新工艺技术,均取得了良好效果。

2.2.1 高效热媒工艺技术

1)无蒸汽蒸氨技术。针对传统蒸氨生产中存在的能耗高、效率低、污染大、设备腐蚀严重的问题,成功开发出了导热油替代蒸汽的无蒸汽蒸氨新技术。此技术主要突破点:运用先进的流程模拟软件,在蒸氨系统进行模拟优化设计,解决了传统的蒸汽蒸氨精确计算难问题;成功移植了高效斜孔塔盘;热导油替代蒸汽蒸氨;去掉汽液分离器。该技术投用后,45 t/h的蒸氨装置热效率比蒸汽蒸氨提高54.2%,吨焦能耗降低22.16 kg标煤,减少蒸汽消耗9 t/h,年减少废水7.88万t。

2)精苯生产利用导热油替代蒸汽技术。2000年济钢开发了利用导热油替代蒸汽进行苯蒸馏的新工艺技术。实施后,三苯收率由87.55%提高到88.47%,吨苯耗蒸汽由2.35 t降为0.68 t(管道清扫间

歇用汽及保温用汽),蒸汽用量及冷凝液分离水等产生量大幅度降低,吨轻苯产废水量由605 kg减少到125 kg,取得了良好的经济效益和环境效益。

3)化产系统硫铵干燥、熔硫釜加热、焦油原料及产品贮槽保温、焦油脱水塔再沸器加热全部实现了用导热油代替蒸汽作热源,降低了能耗,减少了蒸汽冷凝水的污染。

2.2.2 负压工艺技术

1)负压脱硫。针对正压脱硫工艺中存在的煤气需要多次冷却、加热,不符合节能生产的目标要求,以及脱硫液中挥发氨的浓度较低,脱硫效果不理想,环境污染较重等问题,济钢成功研究应用了负压脱硫工艺。该工艺将脱硫装置布置在鼓风机前、电捕之后,初冷后煤气24℃左右进电捕,然后进脱硫系统,不需要专门设置预冷塔及相配套的循环水泵和换热器,经脱硫后进鼓风机加压。与正压脱硫工艺相比,其优点是脱硫效率高,而且煤气温度40℃左右进入硫铵系统,减轻了煤气预热器的热负荷,煤气温度变化合理;该工艺采用离心机直接生产硫膏,降低了能源消耗,而且尾气全部回收进入脱硫系统,减轻了环境污染。

2)焦油负压蒸馏技术。与常压蒸馏工艺相比较,减压焦油蒸馏降低了焦油在加热炉的加热温度和一次汽化温度,可防止焦油组分加氢、分解和聚合,焦油组分稳定。另外还能提高各组分的相对挥发度,可不向系统中通入蒸汽,这不仅使分离效率有所提高,能耗有所降低,还改善操作环境;同时,通过采用充分换热的方法,提高了余热的利用,并采用空冷器,节省冷却水量,从而进一步达到节约能源的目的。采用该工艺后,加热炉用煤气从常压蒸馏的65 m³/t焦油降至50 m³/t焦油以下;萘收率明显提高,平均达到10.48%,最高达到12.48%,比常压蒸馏平均提高了0.85%;沥青的软化点波动范围小,质量稳定;蒸汽的用量明显减少,与常压蒸馏相比,10万t/a的焦油加工装置每年可节约蒸汽25 000 t。

3)负压蒸苯工艺。与传统的正压工艺相比,负压蒸苯工艺完全不使用蒸汽,彻底消除了使用蒸汽产生废水的问题。节约蒸汽约3.2 t/h,年减少分离水废水约3.6万t,减压蒸馏后总体减少了能源消耗,降低粗苯管式炉煤气消耗约100 m³/h。由于采用负压生产,无污染物排出,收到了良好的清洁节能效果。除此以外,济钢还将该工艺与焦油加工装置配合,将湿渣直接送到焦油加工系统,不使用循环油再生器,循环油排渣不使用排渣泵,实现了工艺的进一步节能。

4)负压蒸氨工艺。该工艺的基本原理是利用

减压蒸馏的原理降低溶液中组分的沸点,从而达到提高分离效率的目的。通过采用专业软件进行模拟优化和系统工艺设计,增加了真空系统,蒸氨塔的蒸馏温度由105℃降至80℃,蒸氨塔塔顶压力由原来的8 kPa左右降低到-40 kPa左右,剩余氨水进料温度由原来的80℃左右降低到65℃左右,节能效果显著。与常压蒸汽蒸氨工艺相比,对于45 t/h的剩余氨水处理量,每年少消耗蒸汽7.88万t,年创造直接经济效益近千万元。

5)炭化室单调负压装煤技术。炭化室单调负压装煤除尘技术(其控制原理见图2)国内首次在焦炉上开发应用,无烟装煤效果显著,在改善焦炉生产操作环境的同时,还把装煤产生的荒煤气全部回收,具有良好的环境效益、经济效益、社会效益和推广应用价值。

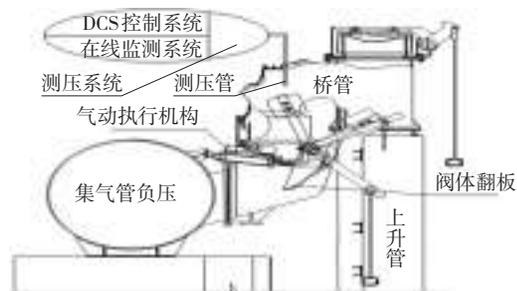


图2 炭化室单调负压装煤除尘技术原理

2.2.3 余热余能高效回收利用技术

1)干熄焦技术国产化应用。济钢自1999年成功实现干熄焦技术国产化应用后,于2006年、2007年和2010年分别建成了150 t/h、100 t/h和160 t/h的干熄焦装置,是国内第一家完全依靠国产化干熄焦技术实现焦炭全干熄的焦化企业。

2)煤的气流分级分离调湿技术。2008年,济钢自主研发的处理能力300 t/h的集风选破碎和煤调湿技术于一体的工艺投产,实现了技术的巨大突破,经专家鉴定属世界首创。该技术充分利用焦炉烟道废气余热对煤调湿,使配合煤水分降低2%,节约焦炉煤气617.6万m³/a,减少废水3.9万t/a;同时,由于具备风选功能,使小颗粒煤不用进行破碎,从而使粉碎机的电耗得到降低,且粒度分布更均匀,对焦炭质量起到了改善作用。

2.2.4 化产尾气治理技术

焦化腐蚀通常分为液相腐蚀和气相腐蚀,现在液相腐蚀通过改善设备材质,已得到基本解决,但气相腐蚀工艺复杂,治理难度极大。济钢通过采用一系列创新技术,从减少尾气形成、提高尾气捕集率、洗净排放、控制成本多个环节入手,针对不同的区域的尾气发生量、尾气成分、物化特性采取不同的技术手段进治理,开发了化产尾气治理集成技

术,已经初步解决了焦化工相腐蚀问题。如脱硫纯氧改造,减少了废气总量,实现了再生气体循环和再生尾气回收,杜绝了废气排放,基本解决了脱硫区域设备的外部腐蚀。

1) 脱硫液再生使用纯氧技术。脱硫液再生一般用压缩空气做氧化剂,而压缩空气中不反应的氮气及其他成分与过量的氧气、挥发的氨气形成脱硫废气而排出,既污染了环境,又造成了作为碱源的氨的损失。脱硫液再生使用纯氧技术,可通过提高氧气浓度、降低不反应的气体浓度,减少脱硫尾气的排放,改善环境。

2) 沥青水下成型。为了解决传统的沥青冷却成型工艺存在的环境污染严重、劳动强度大的问题,济钢引进了国外先进的沥青水下成型专利技术。热沥青经冷却后,由制粒机的喷嘴喷入水中,在水下将其切成规则的颗粒并经水冷却而成型,沥青成型温度低,避免了沥青烟的产生,彻底了解决沥青烟这一焦化恶臭气污染问题。

除上述主要技术外,济钢还开发和研究应用了余热型制冷机技术、大型室内煤库储配一体化技术、煤气脱硫液提盐技术、利用焦炉烟道气分解酚钠盐技术、自除尘式加煤车技术、废水处理污泥的综合利用技术、电保温技术的应用、高压水自动清扫炉门技术、化产废渣配型煤炼焦技术、信息自动化生产集中操控一体技术等一系列节能减排工艺技术,有效降低了能耗,提高了工艺过程的清洁度。

济钢焦化工序通过开展节能减排技术创新,先后获省厅及以上级科技进步奖34项,其中国家科技进步奖2项,国家发明奖1项,国家冶金科技进步奖6项,省部级科技进步奖7项,山东省冶金科技进步奖18项。还获得发明专利7项,实用新型专利8项,并有7项发明专利、5项新型实用专利已获得了申请号。

3 主要做法与体会

3.1 主要做法

多年来,济钢始终以观念创新为引领,以管理创新为保障,以技术创新为核心,逐步走出了一条由节能降耗到清洁生产再到节能减排、绿色发展的创新发展道路。

3.1.1 重新定位焦化厂功能,不断开展观念创新

任何新的突破,离不开观念创新,观念决定思路,思路决定出路。通过对节能减排、绿色发展和焦化生产不断深入的认识和思考,济钢焦化工作者形成了自己的清洁理念:一是对焦化厂功能进行了重新定位,形成了“焦化是资源和能源的清洁转化中心”和“焦化厂生产线也是节能减排工艺技术的

研发应用平台和孵化器”等先进理念;二是形成了符合形势和焦化实际的一系列具有焦化特色的绿色发展理念,主要有“企业不消灭污染,污染就会消灭企业”的生存观、“创意无限、资源无限,污染物是放错位置的资源”的资源观、“蒸汽是劣质的、低效的传热介质”的能源观、“节水就是节能、就是环保、就是低成本”的节水观和“焦化是资源和能源的转化中心”的绿色发展观。

3.1.2 坚持开放性创新,推动科技进步

济钢按照开放性创新的思路,注重把自身生产试验平台的优势、设计能力优势与科研院所和高校的科研优势、设备厂家的设备制造优势充分结合,发挥强强联合、优势互补的作用,缩短了新工艺技术设备从实验室到生产应用的历程,提高了科研开发的有效性,提升了技术创新的效率。近年来,济钢先后与清华大学、大连理工大学等高校合作开发了世界首创的煤的气流分级与调湿等先进工艺技术,与国内知名设备制造厂家合作,共同试验开发了一批节能高效工艺技术和设备,实现了优势互补,资源共享。

3.1.3 注重人才培养,推动企业技术进步

创新离不开人才的支持,创新又是锻炼和培养人才的有效途径。在创新实践中,济钢注重人才培养与技术创新的有机结合,为技术创新成果源源不断地涌现创造了良好的条件。为了推动技术创新的有效开展,定期制订人才开发计划,有目的、有计划地培养创新人才;通过不断建立和完善技术创新管理机制,提高了科技工作者的创新积极性和主动性:一是提出技术创新成果创造人排首位的明确要求,确保谁干项目谁受益;二是要求每名工程技术人员人人都要有成果、人人都要有专利,促进了工技人员创新的主动性;三是对科技创新成果实行及时奖励、优秀成果重奖;四是实行操作工程师和创效工程师制度,给每名工技人员提供展现才能的舞台;五是对职称未获聘技术人员实施职称津贴,营造更加尊重知识、尊重人才的良好氛围;六是实行技术人员购书报销,并尽可能提供外出交流学习机会,为人才成长提供了良好的环境;七是为了拓宽知识面、提高创新能力,还组织开办周末大讲堂,利用周末时间组织科技人员集体学习交流,并邀请专家教授讲课,丰富了知识,拓宽了视野。

3.1.4 打造技术贸易平台,加强技术交流

模仿创新和集成创新是技术创新的两大有效途径,也是济钢多年来所坚持的重要方法。为了更加高效地吸收利用同行业的先进工艺技术,成立了济钢焦化技术咨询服务公司,打造了先进工艺技术

的交流合作平台,既可以及时不断地学习和吸收行业先进工艺技术,又能够把济钢焦化的技术创新成果与同行分享,从而达到互通有无、互相促进、共同提高的目的。

3.2 创新实践的体会

实践证明,环保项目也是有经济效益的。污染物是放错了位置的资源,开展节能减排提升环保水平,其本身并不是单纯地增加生产运行成本,除了可以获得显著的环境效益外,许多项目也蕴含着巨大的经济效益。如干熄焦技术的应用,不仅大大改变了环境,也因红焦余热回收发电和改善焦炭质量创造了巨大的经济效益;负压技术的开发应用,在改善环境的同时,节约了大量的能源消耗,经济效益显著;废气治理技术的开发应用,不仅明显改善环境水平,改变了焦化厂“树不活、草不生”的历史,而且还大大降低了废气逸散产生的酸雨对设备的腐蚀,减少了防腐费用。

依靠技术创新实施节能减排,实现绿色发展,需要企业领导者具备高尚的思想境界、强烈的社会责任感和勇于创新、敢于冒险的精神。济钢在多年的创新过程中,正是凭借对焦化事业的热爱,对改变传统焦化工艺落后面貌的责任心,才敢于尝试新的工艺、敢于突破传统理论的束缚,完成了一项又一项具有自主知识产权的创新成果。

创新离不开人才的支持,又是锻炼和培养人才的有效途径。多年来,在不断的焦化工艺技术创新过程中,济钢在焦化系统先后培养出了2名教授级高级工程师、17名高级工程师以及一大批工程师、

高级技师。尤其是在干熄焦技术国产化的研究和应用过程中,不但成功依靠国产化技术实现了全干熄,而且还编写出版了两本专业书,培养锻炼出了一大批人才,有1人被评为全国劳动模范,具备了为同行提供技术服务的能力。

4 结 语

作为煤炭转化的最有效方式,焦化工艺本身应该是一个清洁、高效的过程,随着市场、环境、资源压力的日益增大,历代焦化工作者们通过不懈地努力已取得了节能减排的巨大进步,尤其是对焦化工工艺本身有了更深层次的认识,对今后的焦化节能减排、绿色发展必然会起到更加有力的推动作用。围绕焦化节能减排所开发的化产无蒸汽生产技术、负压技术、余热高效回收利用技术,已经逐步得到了焦化同行的认可,将有良好的推广应用前景。

在人们更加注重环保的今天,以更高的标准来审视现有的焦化工艺过程,焦化技术的发展还有巨大的潜力,突出表现在一些焦化企业的创新能力相对不足,焦化工艺过程的能源和资源利用水平还相对较低,焦化生产过程自动化控制水平难以适应高效生产的需要等方面。广大焦化科技工作者应进一步研究开发焦炉荒煤气等余热的高效利用技术、高效洗涤技术、高效吸收技术、焦化废水的深度处理技术,以及扩大炼焦煤资源、延伸煤化工产品产业链的工艺技术,不断提高焦化工艺的清洁度。钢铁联合企业的焦化厂还要更加注重冶金化工技术的开发应用,把焦炉煤气的价值发挥到最大。

Concept Leading and Innovation Driving to Promote Green Coking Development

ZHEN Yuke

(Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250101, China)

Abstract: This article introduced some energy saving and emission reduction technologies developed independently by Jinan Steel in coking system. They include high efficiency application of heat medium, negative pressure distillation process, high efficiency energy saving technology, waste resource recovery technology, information and automatic control technology, corrosion comprehensive management and so on. By in-depth analysis and research for coking process, the article put forward thinks such as repositioning the function of a coking plant and coking enterprises adhered to the open innovation and stressed the importance of technology exchange between coking enterprises.

Key words: coking; energy saving and emission reduction; green development

信息园地

单位名称和符号常见错误用法

1) 错将 ppm 等当作单位使用。ppm、pphm、ppb 为英文的缩写,并不是计量单位的符号,也不是数学符号。他们所表示的含义为: ppm, parts per million, 10^{-6} ; pphm, parts per hundred million, 10^{-8} ; ppb, parts per billion, 10^{-9} (美、法等)或 10^{-12} (英、德等)。

因此不能当作单位,如 12 ppm 应改为 12×10^{-6} 。

2) 用 % (m/m) 或 % (V/V) 等错误表示。由于百分是纯数字,所以质量百分或体积百分的说法是无意义的,也不能在百分符号上附加其他信息。可选用量的名称质量分数或体积分数等表示。

如硫酸的质量分数,或 $w(\text{H}_2\text{SO}_4)=5\%$ 。错误用法是硫酸的质量百分数,或 $\text{H}_2\text{SO}_4\%=5\%$ 。(燕明宇)