



中华人民共和国国家标准

GB/T 44553—2024

钢管热镀锌热工系统节能技术规范

Technical specification for energy-saving of hot-dip galvanizing thermal system
for steel tubes

2024-09-29 发布

2025-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 2

 4.1 通则 2

 4.2 镀锌炉炉体、燃烧系统与控制系统 2

 4.3 余热系统 3

5 热工系统运行能效指标评价 4

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会（SAC/TC 183）归口。

本文件起草单位：浙江金洲管道科技股份有限公司、昆明理工大学、湖州市特种设备检测研究院、天津友发钢管集团股份有限公司、青海华汇新能源有限公司、天津君诚管道实业集团有限公司、济南迈科管道科技有限公司、江苏兴齐智能输电科技有限公司、徐州瑞马智能技术股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、江苏齐天铁塔制造有限公司。

本文件主要起草人：杨伟芳、李世伟、朱利新、王宏、金红祥、范铁争、郭建君、刘长春、曹献龙、戴海峰、沈阳、尹少华、赵福亮、冯敏伦、赵晓杰、王宁、陈雷、胡途、张文栋、张华、张方金、李奇、王甜甜、周新。

钢管热镀锌热工系统节能技术规范

1 范围

本文件规定了钢管热镀锌热工系统的技术要求和运行能效指标评价。

本文件适用于钢管热镀锌热工系统新建、扩建、改造工程项目的的设计、施工，以及运行过程的能效评价。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2589 综合能耗计算通则
- GB/T 8722 炭素材料导热系数测定方法
- GB/T 10863 烟道式余热锅炉热工试验方法
- GB/T 13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
- GB/T 16618 工业炉窑保温技术通则
- GB 24500 工业锅炉能效限定值及能效等级
- GB/T 24593 锅炉和热交换器用奥氏体不锈钢焊接钢管
- GB/T 27698.3 热交换器及传热元件性能测试方法 第3部分：传热元件
- GB/T 28056 烟道式余热锅炉通用技术条件
- GB/T 28475.2 工业炉窑控制装置 第2部分：性能评定方法
- GB 50126 工业设备及管道绝热工程施工规范
- HG/T 3187 矩形块孔式石墨换热器
- HG/T 4172 管壳式聚四氟乙烯换热器
- JB/T 7603 烟道式余热锅炉设计导则
- YB/T 4483 余热利用设备设计技术规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热工系统 thermal system

为实现热能高效、清洁转换和利用开发的综合体，包括设备和控制两个部分。

3.2

余热利用设备 waste heat utilization equipment

容量不小于 30 L、以水为介质且划属锅炉范畴的各类利用余热产生蒸汽或产生承压热水的设备。

3.3

余热回收蒸汽发生器 heat recovery steam generator; HRSG

利用各种工业过程中的废气、废料或废液中含有的显热或/和其可燃物质燃烧后产生的热量生产蒸

汽的机械设备。

4 技术要求

4.1 通则

钢管热镀锌热工系统应包括镀锌炉炉体、燃烧系统、自动化控制系统、余热回收蒸汽发生器和换热系统等五部分。燃烧系统产生的热量对锌锅加热后，废气余热用于镀锌钢管烘干、蒸汽生产、溶剂加热（热量不足时采用冷却水的热量）和酸洗介质加热等。废气在余热回收蒸汽发生器内产生蒸汽对钢管内壁进行内吹和镀锌钢管的烘干，多余的蒸汽在换热器内完成对溶剂和酸洗介质（盐酸或硫酸）的加热，或对循环水升温后在换热器内完成对溶剂和酸洗介质（盐酸或硫酸）的加热。如果热量有富余，输送至办公区和生活区使用。

4.2 镀锌炉炉体、燃烧系统与控制系统

4.2.1 能源选择

镀锌炉的加热能源应采用天然气、液化石油气、其他清洁能源或新能源。当采用天然气加热时，发热量及压力应符合下列规定：

- a) 发热量稳定，生产中允许波动范围在 $\pm 10\%$ 以内；
- b) 压力稳定，车间燃气接点压力允许波动范围在 $\pm 5\%$ 以内。

4.2.2 炉型选择和主要结构设计

4.2.2.1 炉型可选用平焰镀锌炉或高速脉冲镀锌炉。

4.2.2.2 炉体可采用 I 型或 U 型钢结构框架形式，炉膛宽度不宜超过 1 650 mm。

4.2.2.3 锌锅应设置支撑装置。

4.2.2.4 镀锌炉应设置合理容量的漏锌坑。

4.2.3 镀锌炉保温

4.2.3.1 侧墙和炉顶材料应采用陶瓷纤维制品，炉墙外表面温度应符合 GB/T 16618 的规定。

4.2.3.2 在满足温度、承受荷重等使用性能的前提下，还应根据绝热效果、使用寿命和经济合理性选用炉底砌筑材料。

4.2.3.3 采用耐火砖、保温砖砌筑炉底时，耐火砖砌体的长度与宽度推荐为 116 mm 的整数倍，砌体高度推荐为 68 mm 的整数倍。

4.2.3.4 采用耐火浇注料整体浇注炉底时，应满足温度、承受荷重的要求。

4.2.4 镀锌炉热负荷

4.2.4.1 锌锅的容锌量宜为单位时间设计产能的 15 倍~20 倍。

4.2.4.2 锌锅壁的平均加热强度应不小于 $24 \text{ kW}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

4.2.4.3 应根据镀锌炉型式和结构尺寸、加热工艺、燃料种类、热负荷大小及环保要求，选择合适规格的燃烧装置。

4.2.4.4 镀锌炉供热量应由热平衡计算确定或按经验数据选用。

4.2.4.5 镀锌炉最大热负荷应不超过额定热负荷的 1.3 倍。

4.2.5 镀锌炉的节能

4.2.5.1 镀锌炉排出烟气的温度不宜超过 600°C ，且余热应回收利用。

4.2.5.2 镀锌炉的热工系统推荐使用计算机控制系统，并根据加热模型对锌液温度进行有效控制。

4.2.6 镀锌炉的燃烧系统配置

- 4.2.6.1 燃烧系统应包括低氮氧化物烧嘴、燃气调节阀、监测系统、引风机和温度传感器等，并配备自动点火和火焰监测装置。
- 4.2.6.2 平焰镀锌炉的烧嘴应根据燃烧室、温度均匀性的影响以及排烟方式合理布置。
- 4.2.6.3 高速脉冲镀锌炉的烧嘴中心线应在火道中心线上垂直布置。
- 4.2.6.4 燃烧系统应配备燃气泄漏、超限工况等异常情况报警连锁控制的总管切断阀。

4.2.7 镀锌炉的控制系统

- 4.2.7.1 镀锌炉应配备监测仪表、人机界面和自动控制装置。
- 4.2.7.2 控制系统应包括热工仪表控制和机械设备的传动控制，宜推广计算机在镀锌炉上的应用。
- 4.2.7.3 推荐的镀锌炉监测、控制、记录、指示、报警及人机界面的数据交换内容见表 1。

表 1 镀锌炉监测、控制、记录、指示、报警及人机界面的数据交换

类型	参数	监测	控制	记录	指示	报警	数据交换
温度控制	炉膛温度	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	锌液温度	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	排烟温度	▲	▲	▲	▲	▲	▲
压力控制	燃气总管压力	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	助燃空气总管压力	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	炉膛压力	▲	▲	▲	▲	▲	▲
流量	燃气流量	▲	▲	▲	▲	—	▲
烧嘴状态	烧嘴	▲	▲	▲	▲	▲	▲
▲——设备应具备的功能。							

4.3 余热系统

4.3.1 余热系统组成

余热系统包括余热收集设备、余热利用设备和控制系统等。

4.3.2 余热系统工艺设计

- 4.3.2.1 对生产线余热的收集、利用系统进行工艺设计时，应考虑节能要素。具体包括将生产线燃烧余热、工件冷却余热等进行充分收集并利用。
- 4.3.2.2 余热收集系统采用余热收集设备及自动控制系统将生产线余热进行自动收集或在线利用。
- 4.3.2.3 余热利用系统将收集的热量用于其他工序所需的烘干、加热、蒸汽生产以及办公生活等，直至将热能充分利用。

4.3.3 余热收集设备

- 4.3.3.1 余热收集设备应包括余热回收蒸汽发生器、管路、控制系统、附件及仪表等。
- 4.3.3.2 烟道式余热回收蒸汽发生器的设计及选用应符合 GB/T 28056、YB/T 4483 和 JB/T 7603 的规定。

4.3.3.3 管路设计及选材应符合 YB/T 4483 的规定。管路表面应有保温层，保温层的设计应符合 GB 50126 的规定。

4.3.3.4 烟道式余热回收蒸汽发生器的附件和仪表的设计、选用应符合 YB/T 4483 的规定。

4.3.3.5 余热回收蒸汽发生器的热效率值应不低于 80%。

4.3.4 余热利用设备

4.3.4.1 换热系统应根据应用工况选择管壳式聚四氟乙烯换热器、盘管式不锈钢换热器或石墨换热器，并配备余热收集器、换热器、管道、阀组及温度流量仪表等。

4.3.4.2 管壳式聚四氟乙烯换热器的设计及选用应符合 GB/T 27698.3、HG/T 4172 的规定。

4.3.4.3 盘管式不锈钢换热器宜选用 GB/T 13296 或 GB/T 24593 规定的管材。

4.3.4.4 石墨换热器的设计、导热系数及测定方法应符合 GB/T 8722、HG/T 3187 的规定。

4.3.4.5 换热器的换热效率应不低于 60%。

4.3.5 控制系统

4.3.5.1 余热控制系统主要由上位机、控制器、执行器及现场仪表等组成。

4.3.5.2 控制模式分为自动和手动两种模式。系统设备正常运行时应以自动控制为主，故障处理、维护保养或系统重启时可切换成手动控制运行模式。

5 热工系统运行能效指标评价

5.1 钢管热镀锌热工系统运行能效评价是通过对热工系统在一定运行周期内产生蒸汽量或输出热量，以及燃料、电、水等资源消耗的统计、计算和分析，对其能效状况进行总体评价。

5.2 钢管热镀锌热工系统的运行能效评价方法应符合 GB 24500、GB/T 16618、GB/T 28475.2、GB/T 10863 和 HG/T 4172 的规定。

5.3 钢管热镀锌热工系统能源消耗量按式（1）计算：

$$Q=B/T \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- Q —— 单位钢管能源消耗量，单位为千克标准煤每吨（kgce/t）；
- B —— 年能源消耗量，包括钢管热镀锌热工系统中镀锌炉和蒸汽锅炉的能耗总和，单位为千克标准煤每年（kgce/a）；
- T —— 年镀锌钢管生产总量，单位为吨每年（t/a）。

注：蒸汽锅炉能耗单独计量，不用于热镀锌热工系统工艺或设备的能耗不予计入。

5.4 钢管热镀锌热工系统的能效等级分为 5 级，其中 I 级能效最高、V 级能效最低，各等级能效值应符合表 2 的规定。

表 2 钢管热镀锌热工系统的能效等级

能效等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
	不大于				大于
单位钢管能源消耗量 ^a kgce/t	22.0	24.0	26.0	29.0	29.0
^a 天然气折标准煤系数按 1.214 3 kgce/m ³ ，电力折标准煤系数按 0.122 9 kgce/(kW·h)，其他能源的折标准煤系数按 GB/T 2589 的规定。					

5.5 钢管热镀锌热工系统产生的烟气余热经充分利用后尾气排放温度应不高于 120℃。尾气排放温度高于 120℃ 时，能效等级评定结果按表 2 下调一个等级处理。尾气排放温度取自系统正常运行状态下的月度值（月度内每小时测量值的平均值）。
