

ICS 71. 120  
G 92

# HG

## 中华人民共和国化工行业标准

HG/T 5639~5640—2019

---

### 煤调湿蒸汽回转干燥机和泰勒混合器 (2019)

2019-12-24 发布

2020-07-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 目 录

HG/T 5639—2019	煤调湿蒸汽回转干燥机 .....	( 1 )
HG/T 5640—2019	泰勒混合器 .....	(25)

ICS 71.120  
G 92

# HG

## 中华人民共和国化工行业标准

HG/T 5639—2019

---

### 煤调湿蒸汽回转干燥机

Steam rotary dryer for coal moisture control

2019-12-24 发布

2020-07-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 分类与型号 ..... 2

4 结构和基本参数 ..... 2

5 设计要求 ..... 5

6 制造..... 10

7 装配与安装..... 14

8 空负荷试运转..... 15

9 检验与检测规则..... 16

10 产品标志、包装、运输与贮存 ..... 17

参考文献 ..... 19



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国化学工业机械与设备标准化技术委员会 (SAC/TC429) 归口。

本标准起草单位：天华化工机械及自动化研究设计院有限公司、国家干燥技术及装备工程技术研究中心、山西太钢不锈钢股份有限公司、宝山钢铁股份有限公司。

本标准主要起草人：窦岩、张岩、赵旭、令永功、刘浩、贺世泽、张福行、赵治国。

# 煤调湿蒸汽回转干燥机

## 1 范围

本标准规定了煤调湿蒸汽回转干燥机的分类与型号、结构和基本参数、设计要求、制造、装配与安装、空负荷试运转、检验与检验规则、产品标志、包装、运输与贮存。

本标准适用于煤化工行业、焦化行业、电力行业及相关行业炼焦煤粉、烟煤、褐煤、泥煤等湿物料干燥用内径在  $\phi 1\,200\text{ mm}$ ~ $\phi 4\,800\text{ mm}$  之间的煤调湿蒸汽回转干燥机（以下简称干燥机），超出上述范围时仅供参考使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 150.1 压力容器 第1部分：通用要求
- GB/T 150.2 压力容器 第2部分：材料
- GB/T 150.3 压力容器 第3部分：设计
- GB/T 150.4 压力容器 第4部分：制造、检验和验收
- GB/T 151 热交换器
- GB/T 1184—1996 形状和位置公差 未注公差值
- GB/T 1348 球墨铸铁件
- GB/T 1720—1979 漆膜附着力测定法
- GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB/T 3087 低中压锅炉用无缝钢管
- GB/T 3181 漆膜颜色标准
- GB 3836.1—2010 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB/T 4208 外壳防护等级
- GB/T 5310 高压锅炉用无缝钢管
- GB/T 6404.1—2005 齿轮装置的验收规范 第1部分：空气传播噪音的试验规范
- GB/T 6479 高压化肥设备用无缝钢管
- GB/T 7233.1—2009 铸钢件 超声检测 第1部分：一般用途铸钢件
- GB/T 8165 不锈钢复合钢板和钢带
- GB/T 9443—2007 铸钢件渗透检测
- GB/T 10095.1—2008 圆柱齿轮 精度制 第1部分：轮齿同侧齿面偏差的定义和允许值
- GB/T 10095.2—2008 圆柱齿轮 精度制 第2部分：径向综合偏差与径向跳动的定义和允许值
- GB/T 13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管

HG/T 5639—2019

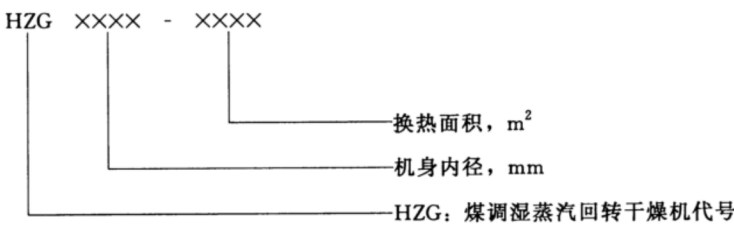
- GB/T 32966 炼焦入炉煤调湿技术规范
- JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装
- JB/T 5000.6—2007 重型机械通用技术条件 铸钢件
- JB/T 5000.14—2007 重型机械通用技术条件 铸钢件无损探伤
- JB/T 6396—2006 大型合金钢锻件技术条件
- JB/T 8725 旋转接头
- NB/T 47002.1 压力容器用爆炸焊接复合板 第1部分：不锈钢-钢复合板
- NB/T 47003.1 钢制焊接常压容器
- NB/T 47013.2—2015 承压设备无损检测 第2部分：射线检测
- NB/T 47013.3—2015 承压设备无损检测 第3部分：超声检测
- NB/T 47013.4—2015 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测
- NB/T 47013.5—2015 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
- NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
- NB/T 47015 压力容器焊接规程

3 分类与型号

3.1 分类

干燥机按机身内径、换热面积分类。

3.2 型号及表示方法



示例 1:

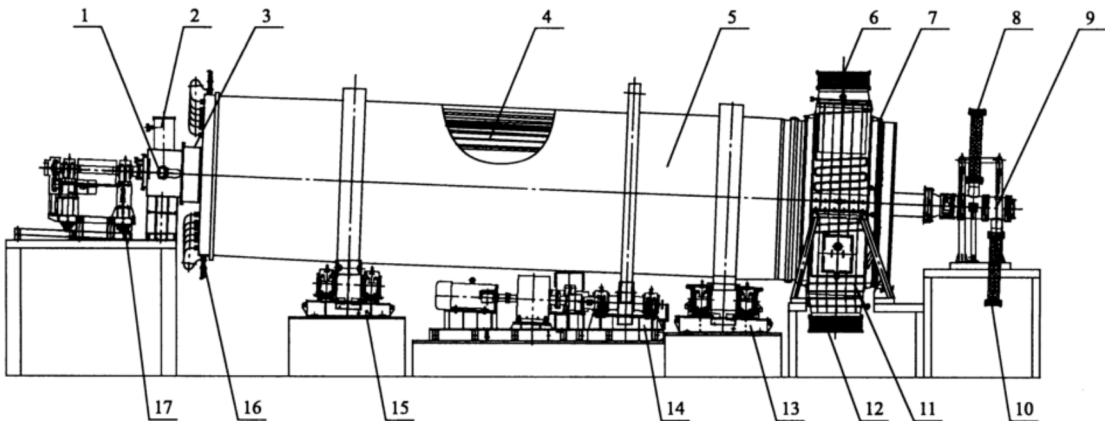
换热面积为 3 175 m<sup>2</sup>、机身内径为 4 200 mm 的煤调湿蒸汽回转干燥机，型号为：

HZG 4200-3175

4 结构和基本参数

4.1 结构

干燥机的结构图见图 1。



- 说明：
- |          |              |
|----------|--------------|
| 1——载气入口； | 10——蒸汽出口；    |
| 2——物料入口； | 11——出料箱；     |
| 3——进料密封； | 12——物料出口；    |
| 4——加热系统； | 13——固定端支撑系统； |
| 5——机身筒体； | 14——传动系统；    |
| 6——载气出口； | 15——自由端系统；   |
| 7——出料密封； | 16——不凝气排放系统； |
| 8——蒸汽入口； | 17——进料螺旋。    |
| 9——旋转接头； |              |

图 1 干燥机的结构图

4.2 基本参数

干燥机的基本参数见表 1。

表 1 干燥机的基本参数

型 号	有效内径 mm	有效 长度 mm	换热 面积 m <sup>2</sup>	蒸发 水量 t/h	功率 kW	重量 t	安装 斜度 %	机身 转速 r/min	蒸汽 压力 MPa	蒸汽 温度 ℃
HZG 1200	φ1 200	6 000	60	0.50	11~18.5	15.5~25.0	2/100~ 9/100	1.5~ 4.5	0.4~ 2.00	143~ 212
		9 000	90	0.7						
		12 000	120	0.95						
HZG 1600	φ1 600	8 000	110	0.85	18.5~37	33.5~55.0				
		12 000	160	1.25						
		16 000	215	1.70						
HZG 1800	φ1 800	9 000	180	1.50	18.5~37	42.0~70.5				
		13 500	285	2.25						
		18 000	380	3.00						
HZG 2000	φ2 000	10 000	235	1.85	37~75	55.0~90.0				
		15 000	350	2.75						
		20 000	465	3.70						

表 1 (续)

型 号	有效内径 mm	有效 长度 mm	换热 面积 m <sup>2</sup>	蒸发 水量 t/h	功率 kW	重量 t	安装 斜度 %	机身 转速 r/min	蒸汽 压力 MPa	蒸汽 温度 ℃
HZG 2400	φ2 400	12 000	300	2. 40	45~90	70. 0~115. 0	2/100~ 9/100	1. 5~ 4. 5	0. 4~ 2. 00	143~ 212
		18 000	455	3. 60						
		24 000	605	4. 75						
HZG 2600	φ2 400	13 000	355	2. 80	55~110	92. 5~150. 0				
		19 500	535	4. 20						
		26 000	710	5. 50						
HZG 2800	φ2 800	14 000	580	4. 55	110~200	115. 0~160. 0				
		21 000	865	6. 85						
		28 000	1 155	9. 20						
HZG 3000	φ3 000	15 000	660	5. 20	132~220	165. 0~255. 0				
		22 500	990	7. 80						
		30 000	1 320	10. 50						
HZG 3200	φ3 200	16 000	750	5. 90	160~315	200. 0~310. 0				
		24 000	1 125	8. 85						
		32 000	1 450	11. 80						
HZG 3400	φ3 400	17 000	845	6. 65	185~355	240. 0~380. 0				
		25 500	1 270	10. 00						
		34 000	1 695	13. 35						
HZG 3600	φ3 600	18 000	950	7. 50	200~400	310. 0~475. 0				
		27 000	1 420	11. 20						
		36 000	1 900	14. 95						
HZG 3800	φ3 800	19 000	1 330	10. 50	250~450	395. 0~605. 0				
		28 500	2 205	17. 50						
		38 000	2 660	20. 95						
HZG 4200	φ4 200	21 000	2 065	16. 25	280~500	470. 0~745. 0				
		31 500	3 175	25. 00						
		42 000	4 200	33. 00						
HZG 4500	φ4 500	22 500	2 475	19. 50	355~630	557. 5~880. 0				
		33 750	2 800	22. 05						
		45 000	4 950	39. 00						
HZG 4800	φ4 800	24 000	2 905	22. 85	400~800	625. 0~900. 0				
		36 000	4 355	34. 30						
		48 000	5 810	45. 75						
机身有效长度通常取 5 倍~10 倍机身有效内径, 机身长度可按差值法计算。										

## 5 设计要求

### 5.1 设计总则

#### 5.1.1 设计条件应不少于表 2 的项目。

表 2 设计条件

序号	项 目		单 位	参 数	备 注
1	处理能力		t/h		
2	蒸发总水量		t/h		
3	物料成分				
4	物料入口	入口物料质量	t/h		
		含水率 <sup>a</sup>	%		
		粒度 $d_p$	mm		
		堆密度	kg/m <sup>3</sup>		
		温度	℃		
		压力	MPa(G)		
5	物料出口	出口物料质量	t/h		
		含水率 <sup>a</sup>	%		
		温度	℃		
		压力	MPa(G)		
6	蒸汽	温度	℃		
		压力	MPa(G)		
7	防爆等级				
8	防护等级				
9	安装位置		<input type="checkbox"/> 室外 <input type="checkbox"/> 室内		
注：(G) 指表压。					
<sup>a</sup> 含水率是指以物料质量为准表示的湿固体中的水分。					

#### 5.1.2 机身应按照选用材料的膨胀系数确定热膨胀量。

#### 5.1.3 物料接触部件应考虑腐蚀裕量，碳钢为 1.0 mm～3.0 mm，不锈钢为 0 mm～2.0 mm。

#### 5.1.4 干燥机筒体设计寿命应不少于 20 a，换热管设计寿命应不少于 10 a，旋转接头设计寿命应不少于 2 a。

#### 5.1.5 干燥机静态载荷为干燥机质量与干燥机满载物料质量和换热管全部充满冷凝水质量的和。

#### 5.1.6 干燥机机身的填充率宜取 15%～25%。

#### 5.1.7 托轮、挡轮轴承宜采用调心滚子轴承，设计寿命应不低于 50 000 h。

#### 5.1.8 机组噪声控制（锤击器除外），在距传动装置及螺旋进料机 1 000 mm 处的噪声应低于 85 dB

(A), 测试方法应符合 GB/T 6404.1—2005 中带电动机的声功率级的标准精度等级 3 的规定。

5.1.9 煤粉属易燃易爆, 电机、电器及随机仪表等应根据可燃性粉尘层或粉尘云的点燃温度按 GB 3836.1—2010 中规定的ⅢC类电气设备采取防爆、隔爆措施。

5.1.10 机身承压部件的焊缝应采用全焊透结构, 并符合 GB/T 150.3 的规定。

5.1.11 机身承压部件材料应符合 GB/T 150.2 的规定。其他非承压部件设计应符合 NB/T 47003.1 的规定。

## 5.2 安全防护措施的设计

5.2.1 干燥机出料箱体及干燥尾气管道上应设置自动启闭式防爆门, 且有效泄压面积应按照泄压比不小于 0.025 进行设计。

5.2.2 干燥机应设置氧含量监测报警器, 控制氧含量。干燥机内氧含量控制要求应符合 GB/T 32966 的规定。

5.2.3 机身内部的所有螺栓均应采用防松结构。

5.2.4 干燥机尾气管道应设置氧含量检测仪表, 实时检测氧含量。

5.2.5 干燥机进料螺旋及干燥尾气管道上应设置惰性气体入口, 有效控制氧含量。

5.2.6 干燥机出料箱体上应设置防治煤粉超温和着火爆炸的加湿水雾化喷入口。

5.2.7 外壳防护等级要求应按 GB/T 4208 的规定依据使用环境选择。

## 5.3 进料螺旋的设计

5.3.1 进料螺旋进料口应采用软连接结构, 壳体应设置载气入口。

5.3.2 螺旋叶片宜采用全叶片结构。进料螺旋壳体宜采用双通道结构, 外侧通道为载气通道, 内侧通道为物料通道。

5.3.3 进料螺旋轴宜采用双轴承支撑的悬臂结构。

5.3.4 螺旋叶片与螺旋轴应采用双面连续焊接, 螺旋叶片边缘 50 mm 处喷镀硬质合金。

## 5.4 加热系统的设计

5.4.1 汽室应按 GB/T 150.3 的规定设计。汽室及换热管所有焊缝应采用全焊透结构。换热管与汽室管板的连接密封结构可采用强度胀接加密封焊结构。

5.4.2 当换热管采用不锈钢钢管时, 换热管应符合 GB/T 13296 或 GB/T 14976 的规定; 当换热管采用碳素钢和低合金钢管时, 换热管应符合 GB/T 3087、GB/T 5310 或 GB/T 6479 的规定。

5.4.3 换热管宜采用同心圆等间距布置形式, 换热管与换热管间隙为 40 mm~80 mm, 壳体到最外层换热管最小间隙为 40 mm~80 mm。

5.4.4 换热管规格宜优先采用  $\phi 141.3$ 、 $\phi 114.3$ 、 $\phi 101.6$ 、 $\phi 88.9$ 、 $\phi 76.1$ 、 $\phi 60.3$ 。换热管不应多于 7 圈。

5.4.5 内圈, 碳钢换热管壁厚应不小于 4.5 mm, 不锈钢换热管壁厚应不小于 4.5 mm; 外圈, 碳钢

换热管壁厚应不小于 3.5 mm，不锈钢换热管壁厚应不小于 2.5 mm。

5.4.6 换热管对接焊缝焊接宜采用氩弧焊打底。

5.4.7 出料口部位内圈换热管应设置保护套管。保护套管壁厚应不小于 4.5 mm、长度应不小于 1 500 mm，与换热管间隙应小于 3 mm。保护套管与管支撑板应进行连续角焊。

5.4.8 汽室应按 GB/T 150.3 的规定对拉撑结构进行核算。

5.4.9 汽室内的分室隔板应按照隔板数量均分设置，并应连续焊接。

5.4.10 汽轴宜采用双套管结构，应设置 3 片~6 片导水叶片。

## 5.5 机身筒体的设计

5.5.1 机身筒体应按照 350 kPa 的内部抗爆压力进行设计。

5.5.2 机身筒体材料使用复合钢板时，复合钢板应符合 GB/T 8165 或 NB/T 47002.1 的规定，且应进行晶间腐蚀检验。

5.5.3 筒体外壁应设置加强圈，且加强圈应整体焊接在筒体外壁上。

5.5.4 筒体外壁应设置牢靠的保温结构。

## 5.6 管支撑结构的设计

5.6.1 管支撑板应按照每圈换热管的根数进行设计，宜为每圈 3 根或 6 根换热管设置一个管支撑。每组管支撑的个数如果为奇数，则每组设置前后 3 排；每组管支撑的个数如果为偶数，则每组设置前后 2 排。

5.6.2 第一组支撑离进料端的距离应不大于 1 500 mm，两组管支撑之间的最大间距应不超过 3 300 mm，滚圈两侧 750 mm 范围内不可设置管支撑板。

5.6.3 换热管与管支撑的间隙应不大于 1.5 mm。

5.6.4 管支撑板管孔边沿应圆弧过渡，圆角应不大于 3 mm。

5.6.5 管支撑板设置加强筋，管支撑板和加强筋与筒体焊接应采用全焊透结构。

## 5.7 旋转接头的设计

5.7.1 设计压力范围：0.4 MPa~2.0 MPa。设计温度范围：100 ℃~350 ℃。

5.7.2 旋转接头应采用三端面结构。

5.7.3 密封环应采用耐高温浸钨石墨环。

5.7.4 中心管表面堆焊或喷涂硬质合金，硬度 HRC55~HRC65，表面粗糙度  $Ra \leq 0.4 \mu\text{m}$ 。

5.7.5 补偿弹簧应采用耐高温的材料，选材与计算参照 GB/T 23935。

## 5.8 出料箱的设计

5.8.1 出料箱的尾气出口、出料口应设置软连接。



5.8.2 出料箱顶部应对称设置防爆门。

5.8.3 出料箱下部两侧应对称设置保护氮气接入口、消防水接入口。

5.8.4 出料箱壳体外壁应设计蒸汽伴热盘管及保温。

5.9 支撑系统的设计

5.9.1 滚圈厚度应不小于 150 mm~350 mm。

5.9.2 托轮宽度应大于滚圈宽度 30 mm~60 mm。

5.9.3 托轮组的夹角一般为 28°~30°。

5.9.4 固定端支撑应设置机械挡轮系统或液压挡轮系统。液压挡轮系统须具备输出恒定压力及补偿压力的功能；液压挡轮系统应设置限位器；液压挡轮系统使用寿命应不小于 2 a。

5.9.5 滚圈宜采用大型碳素结构钢锻件、球墨铸铁或低合金钢铸件。锻件应符合 JB/T 6396—2006 中Ⅱ级锻件的规定，球墨铸铁应符合 GB/T 1348 的要求，铸钢件应符合 JB/T 5000.6—2007 的要求。

5.9.6 托轮宜采用大型碳素结构钢锻件、球墨铸铁或低合金钢铸件，挡轮应采用大型碳素结构钢锻件。锻件应符合 JB/T 6396—2006 中Ⅱ级的规定，球墨铸铁应符合 GB/T 1348 的要求，铸钢件应符合 JB/T 5000.6—2007 的要求。

5.9.7 托轮轴、挡轮轴合金钢锻件，其化学成分和力学性能应符合 GB/T 3077 的规定。

5.9.8 滚圈、托轮常用材质及硬度见表 3。

表 3 滚圈、托轮常用材质硬度对照表

部件名称	滚 圈			托 轮		
材料	35CrMoⅡ	QT700-2	ZG35Cr1Mo	42CrMoⅡ	QT700-2	ZG42Cr1Mo
硬度（HB）	260~280	260~280	240~260	280~320	280~300	260~300
QT700-2 材料应符合 GB/T 1348 的规定。 注：硬度指最终产品表面硬度。						

5.10 传动系统的设计

5.10.1 大齿圈宜采用中碳钢或低合金钢铸件，铸件应进行正火加回火处理。

5.10.2 传动小齿轮、传动小齿轮轴宜采用合金钢锻件，其化学成分和力学性能应符合 GB/T 3077 的规定。

5.10.3 传动小齿轮宽度应大于大齿圈宽度 30 mm~50 mm。

5.10.4 传动小齿轮与大齿圈的中心连线与铅垂线的夹角为 20°~45°。

5.10.5 直径大于 3 200 mm 的干燥机应设置离合器的盘车系统，盘车筒体转速范围为 0.15 r/min~0.2 r/min。

5.10.6 传动系统采用非变频电机时，电机与减速机间应设置液力耦合器。

5.10.7 减速机选用硬齿面齿轮，服务系数  $SF \geq 2$ ；减速机与传动小齿轮间选用膜片联轴器，联轴器服务系数  $SF \geq 2$ 。

5.10.8 传动小齿轮材质选用大型碳素结构钢锻件，其力学性能应符合 JB/T 6396—2006 中Ⅱ级锻件的规定；大齿圈材质选用低合金钢铸件，其力学性能应符合 JB/T 5000.6—2007 的规定。

5.10.9 齿轮、齿圈常用材质及硬度见表 4。

表 4 齿轮、齿圈常用材质硬度对照表

部件名称	大齿圈			部件名称	传动小齿轮		
材料	ZG310-570	ZG35Cr1Mo	ZG42Cr1Mo	材料	40CrNiMo	40Cr	42Cr1Mo
硬度 (HB)	230~270	230~270	230~270	硬度 (HRC)	45~50	45~50	54~60
硬度指最终产品表面硬度。							

5.10.10 主减速机根据热功率在下列冷却方式中选择：

- a) 无冷却；
- b) 水冷；
- c) 风扇冷却；
- d) 水冷加风扇冷却。

5.11 进料密封和出料密封

5.11.1 干燥机密封部位的跳动量按表 5 执行，密封部位的表面粗糙度  $Ra \leq 3.2 \mu\text{m}$ 。

表 5 干燥机密封部位的跳动量

单位为毫米

项 目		跳 动 量		
机身内径 $D$		1 200~2 800	3 000~4 000	4 200~4 800
进、出料密封处	径向跳动	2	3	4
	端面跳动	2	3	4

5.11.2 密封结构宜为填料密封加迷宫密封、迷宫密封加鱼鳞片密封。填料密封加迷宫密封见图 2，迷宫密封加鱼鳞片密封见图 3。

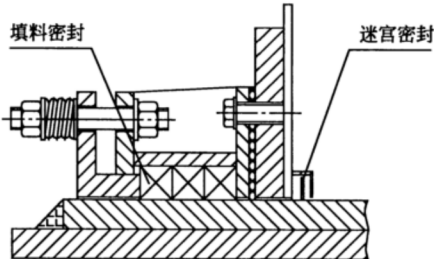


图 2 填料密封加迷宫密封

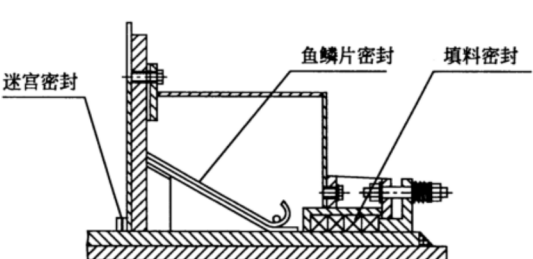


图 3 迷宫密封加鱼鳞片密封

5.12 润滑系统的设计

5.12.1 滚圈与托轮接触表面、滚圈与挡轮接触表面、大齿圈与传动小齿轮啮合面、轴承座应设置

润滑。

5.12.2 润滑形式：石墨润滑、滴油润滑、浸油润滑。

5.12.3 大齿圈与传动小齿轮啮合面应采用滴油润滑、浸油润滑。

5.12.4 集油槽焊缝应采用连续焊接，组装前应进行渗油试验。

5.12.5 防滑罩密封面垫片应选用耐油橡胶。

### 5.13 保温的设计

5.13.1 保温元件外表面应设置保温螺钉。

5.13.2 最外层保温护板接缝应搭接，保温螺钉不宜穿透保温护板。

5.13.3 保温材料应选用防水、防絮化的材料。

### 5.14 材料的一般要求

5.14.1 受压零部件和传动零部件的材料应具有质量合格证。

5.14.2 材料的检验与复检除符合图样的规定外，还应符合订货合同的要求。

## 6 制造

### 6.1 零部件制造

干燥机受压元件的制造应符合 GB/T 150.4 的规定，非受压元件的制造应符合 NB/T 47003.1 的规定。

### 6.2 钢结构焊接

钢结构件在焊接过程中，应采取措施控制焊接变形在图样规定的范围内。较大机加工结构件焊接后应进行退火处理，消除应力。

### 6.3 退火处理

铸件在机加工前应进行退火处理，消除应力。

### 6.4 公差规定

未注尺寸公差应符合 GB/T 1804—2000 的规定：机加工面为 m 级，非机加工面为 c 级。未注形位公差应符合 GB/T 1184—1996 中 k 级的规定。

### 6.5 机身

6.5.1 机身长度尺寸偏差应不大于  $\pm 4L/10\,000$  [ $L$  为机身长度的数值，单位为毫米 (mm)]。

6.5.2 两滚圈中心距尺寸偏差应不大于  $\pm 3L_1/10\,000$  [ $L_1$  为两滚圈中心距的数值，单位为毫米 (mm)]。

6.5.3 机身上每节筒体同一截面上最大内径与最小内径之差应不大于表 6 的规定。

表 6 筒体同一截面上最大内径与最小内径之差

单位为毫米

机身内径 $D$	1 200~4 800
滚圈、大齿圈处筒节	$0.12\% D$
其余筒节	$0.2\% D$

6.5.4 筒节环焊缝对口错边量应不小于 1.5 mm，纵焊缝对口错边量应小于 1 mm，棱角误差应不大于 2 mm。

6.5.5 机身组对成形后，同轴度、直线度公差值应不大于表 7 的规定。

表 7 同轴度、直线度公差

单位为毫米

机身内径 $D$	1 200~2 800	3 000~4 000	4 200~4 800
机身同轴度公差值	$\phi 2.0$	$\phi 2.5$	$\phi 3.0$
机身直线度公差值	$2.5L/10\,000$ ( $L$ ——机身长度的数值)		

6.5.6 机身纵、环焊缝应进行不少于 20% 射线检测，应按 NB/T 47013.2—2015 执行，技术等级为 AB，Ⅲ级为合格。

6.5.7 筒节纵、环焊缝的坡口宜采用机加工，每个筒节纵焊缝应不多于 2 条。拼板时，拼板弧长应不小于 1/4 周长，筒节长度应不大于 1 500 mm，相邻筒节纵焊缝应错开，沿周长距离应不大于 800 mm。

6.5.8 各换热管的管支撑板上同一组管孔的同轴度公差值为  $\phi 2$  mm。

6.5.9 干燥机筒体制造完成后，机身内所有焊缝应打磨平齐。

6.6 换热管

6.6.1 换热管可采用拼接管。单根换热管以对接环焊缝最少为宜，最多由 3 根管组焊而成。单管的长度宜用 10 000 mm~12 000 mm，对口错边量应不大于 0.5 mm。对接环焊缝采用氩弧焊，焊后进行 100% 射线检测，按 NB/T 47013.2—2015 执行，技术等级为 AB，Ⅱ级为合格。

6.6.2 换热管在任意 2 000 mm 范围内直线度公差值为 2 mm，全长直线度公差值为 6 mm。

6.6.3 换热管拼接焊缝经无损检测合格后应逐根进行液压试验，液压试验方法应符合 GB/T 151.4 的规定，试验压力为设计压力的 2 倍，保压时间应不少于 30 min，无泄漏为合格。

6.6.4 换热管的对接焊缝与管板的距离应大于 1 000 mm。

6.6.5 当采用环形管排放不凝气时，其环形管对接焊缝应进行 100% 射线检测，应按 NB/T 47013.2—2015 执行，技术等级为 AB，Ⅱ级为合格。

6.7 大齿圈

6.7.1 铣齿前应进行超声检测，应按 GB/T 7233.1—2009 的 3 级为合格。

6.7.2 两半齿圈结合面，贴合面积应不少于 4/5。

6.7.3 齿形加工应符合 GB/T 10095.1—2008 和 GB/T 10095.2—2008 的 8 级精度的规定，齿廓表面不应有气孔、裂纹、夹渣等缺陷，且不允许补焊。

6.7.4 齿廓表面应进行渗透检测，应按 GB/T 9443—2007 的 1 级为合格。

6.7.5 大齿圈加工完成后，在其侧面刻出分度圆线，宽 2 mm、深 1 mm，便于安装时的找正。

## 6.8 传动小齿轮

6.8.1 铣齿前应进行超声检测，应按 NB/T 47013.3—2015 的 II 级为合格。

6.8.2 齿形加工应符合 GB/T 10095.1—2008 和 GB/T 10095.2—2008 的 8 级精度的规定。

6.8.3 齿面热处理后的硬度应高于大齿圈齿面硬度，其硬度差值应不小于 HB30。

6.8.4 齿廓表面应进行渗透检测，应按 NB/T 47013.5—2015 的 I 级为合格。

6.8.5 传动小齿轮制成后，在其侧面刻出分度圆线：宽 2 mm，深 1 mm。

## 6.9 滚圈

6.9.1 机加工表面不应存在裂纹、夹层、夹渣等缺陷。

6.9.2 工件应进行超声检测，应符合 JB/T 5000.14—2007 的规定，机加工表面 1/3 厚度范围内合格级别为 JB/T 5000.14—2007 的 1 级。

6.9.3 全部机加工表面应进行磁粉检测，应符合 JB/T 5000.14—2007 的规定，合格级别为 JB/T 5000.14—2007 的 1 级。

6.9.4 机加工表面硬度应符合图样要求，但应保证工作表面至 100 mm 深度范围内其变化值不超过 HB15（由制造厂提供热处理试样的硬度分布曲线）。

6.9.5 工作表面粗糙度值  $Ra \leq 3.2 \mu m$ 。

## 6.10 托轮、挡轮

6.10.1 当托轮、挡轮材料为锻件时，对其机加工表面应进行超声检测，应按 NB/T 47013.3—2015 的 II 级为合格；当托轮、挡轮材料为铸钢件时，对其机加工表面应进行超声检测，机加工表面下 1/3 厚度范围内应按 GB/T 7233.1—2009 的 3 级为合格。

6.10.2 机加工表面应进行渗透检测，锻件应按 NB/T 47013.5—2015 的 II 级为合格，铸钢件应按 GB/T 9443—2007 的 1 级为合格。

6.10.3 机加工表面硬度应符合图样要求，且高于滚圈机加工表面的硬度，其硬度差值为 HB15~HB30。

## 6.11 托轮轴、挡轮轴、传动小齿轮轴

6.11.1 托轮轴、挡轮轴、传动小齿轮轴精加工前应进行 100% 超声检测，应按 NB/T 47013.3—2015 的 I 级为合格。

6.11.2 调质处理后，硬度应符合图样要求。

6.11.3 机加工表面应进行磁粉检测，应符合 NB/T 47013.4—2015 中 I 级的规定。

## 6.12 汽室

6.12.1 汽室焊接前应进行工艺评定,焊接工艺评定应符合 NB/T 47014 的规定。

6.12.2 汽室上的管板、平板可拼焊,但拼接块数应不多于 3 块。拼接焊缝的位置不应通过管孔,但可通过支撑杆孔。拼接后整个工件的平面度公差值为 3 mm。拼接焊缝应进行 100%射线检测,应按 NB/T 47013.2—2015 执行,技术等级为 AB,Ⅱ级为合格。

6.12.3 汽室纵、环焊缝的焊接应符合 NB/T 47015 的规定。焊后应进行 100%射线检测,应按 NB/T 47013.2—2015 执行,技术等级为 AB,Ⅱ级为合格。

6.12.4 汽室上的角焊缝宜采用氩弧焊打底,焊后应进行磁粉检测或渗透检测。磁粉检测应符合 NB/T 47013.4—2015 中Ⅰ级的要求,渗透检测应符合 NB/T 47013.5—2015 中Ⅰ级的要求。

6.12.5 汽室内的分室隔板应双面连续焊接,不应留有盲区。

6.12.6 汽室组焊后,管板、平板的平面度应不超过其外径的 0.1%。

6.12.7 汽室经无损检测合格后,应进行消除应力热处理,然后进行液压试验。液压试验压力应符合 GB/T 150.1 的规定,试验方法应符合 GB/T 150.4 的规定,保压时间应不少于 30 min,无泄漏为合格。液压试验合格后再进行整体机加工。

6.12.8 加工管板的管孔时,管孔直径应比换热管实际直径的平均值大 0.5 mm,孔径的加工极限偏差为 $\pm 0.05$  mm。

6.12.9 换热管与汽室管板孔宜采用强度胀加密封焊。密封焊应采取可靠的焊接工艺,确保焊接质量。

## 6.13 胀管

6.13.1 胀管前,加热管管头宜呈退火状态,退火长度应不小于 100 mm。

6.13.2 胀管前编制胀管工艺规程,确定胀管形式及胀管压力。宜采用液压胀,胀度控制在 1.0%~2.1%范围内。密封焊焊接工艺评定应符合 NB/T 47014 的规定,焊接工艺规程应符合 NB/T 47015 的规定。

6.13.3 胀度应按 GB/T 151 进行计算。读取测量数据时,数值修约间隔为 0.01。

6.13.4 每台干燥机每种规格加热管的胀口各抽样 25%检查胀度。

## 6.14 干燥机密封装置

6.14.1 密封部位应在组焊后进行退火处理消除焊接残余应力,再进行密封面的机械加工。

6.14.2 机身筒体部位的密封面应进行机械加工,同心度应不大于 3.0 mm~5.0 mm。

6.14.3 转动工件、静止工件的工作表面粗糙度  $Ra \leq 3.2 \mu\text{m}$ 。

## 6.15 旋转接头

组装完成后应进行静压试验和运转试验,试验要求及合格标准应符合 JB/T 8725 的规定。

## 6.16 未注公差尺寸和形状位置公差的规定

6.16.1 图样上机械加工表面未注公差尺寸的极限偏差应符合 GB/T 1804—2000 中 m 级的规定，非机械加工表面未注公差尺寸的极限偏差应符合 GB/T 1804—2000 中 c 级的规定。

6.16.2 图样上未注形状公差配合表面的垂直度、圆度和圆柱度应符合 GB/T 1184—1996 中 K 级的规定。

## 6.17 涂漆与保温

6.17.1 干燥机涂漆应符合 JB/T 4711 的规定，漆膜颜色应符合 GB/T 3181 的规定，漆膜附着力应不低于 GB/T 1720—1979 中 2 级的规定。漆膜外观要求均匀，颜色一致，不应有气泡、龟裂、剥落、漏涂、流挂等缺陷。

6.17.2 干燥机出厂前，应在机身、汽室、出料箱的外表面焊接保温钉。

## 7 装配与安装

### 7.1 一般要求

所有零件、零部件须经检验合格，外购件、外协件应具有质量合格证明文件或厂内检验合格证明报告，方可进行装配。

### 7.2 传动装置

7.2.1 主减速机应在减速机制造厂内完成组装及试验。

7.2.2 工作状态下，传动小齿轮与大齿圈的轴向距离偏差应不超过 1 mm。

7.2.3 冷态安装时，传动小齿轮与大齿圈的顶间隙：标准圆柱齿轮应在  $0.25m + (1.8 \text{ mm} \sim 3.0 \text{ mm})$ 、短齿齿轮应在  $0.3m + (1.8 \text{ mm} \sim 3.0 \text{ mm})$  的范围内，同时满足在齿宽方向侧隙偏差应不超过 0.5 mm。传动小齿轮与大齿圈的接触斑点，沿齿高方向应不少于 40%，沿齿宽方向应不少于 50%。

注：m 为齿轮模数。

7.2.4 联轴节对中找正要求：同轴度公差应不大于 0.15 mm，平行度公差应不大于 0.15 mm；或不大于说明书要求。

### 7.3 支承装置

7.3.1 同一组托轮轴承座中心高的偏差应不超过 0.1 mm。

7.3.2 托轮轴承座及托轮底座上应刻有对中标志线，托轮底座上应刻有 4 个“+”字安装标志。对中标志线上应做出永久性记号，以方便用户查找。制造厂应对托轮轴承座和托轮底座的装配位置进行对中校正后，设备方能出厂。

### 7.4 安装

7.4.1 现场安装前，应用钢卷尺在 147 N 的拉力下测量前后滚圈中心距在安装温度下的实际长度。

7.4.2 用同一把钢卷尺在 147 N 的拉力下测量：

- a) 前后托轮底座间水平距离的偏差应不超过 1 mm，且机身两侧水平距离间的差值应不大于

- 1 mm;
- b) 前后托轮底座间对角线长度的偏差应不超过 1 mm，且两对角线长度间的差值应不大于 1 mm。
- 7.4.3** 托轮纵向水平度和托轮底座横向水平度公差应不大于 0.05 mm/m。测量时采用水平仪的精度每米应不大于 0.05 mm。
- 7.4.4** 前后托轮底座间高低差的偏差应不超过 1 mm，且四组高低差间的最大差值应不大于 1 mm。测量时采用水准仪的精度每 10 m 应不大于 1 mm。
- 7.4.5** 滚圈与挡轮的线接触率应不小于挡轮工作长度的 75%。滚圈与托轮的线接触率应不小于滚圈工作宽度的 80%。
- 7.4.6** 旋转接头与干燥机同一斜度安装，顶部采用螺栓连接，应使其运转灵活，并调整好支吊装置，确认上下跳动和轴向热膨胀不应受阻。
- 7.4.7** 机身、汽室、出料箱、旋转接头的保温施工在现场安装后进行，按设计要求厚度将保温材料铺设均匀，捆扎牢固，并在最外层设置铝皮或彩钢板保护层，防止在运转过程中松散、脱落。

**8 空负荷试运转**

- 8.1** 确认干燥机的转动方向及工作转速。
- 8.2** 连续运转时间应不少于 4 h。
- 8.3** 若配有变频器的干燥机，应通过调控电机频率使干燥机在正常工作转速范围内运行，确保变频器性能稳定。
- 8.4** 干燥机在工作转速下试运转，各主要部位跳动量不应超过表 8 的规定。

**表 8 试运转时各主要部位跳动量**

单位为毫米

项 目		跳动量		
机身内径 $D$		1 200~2 800	3 000~4 000	4 200~4 800
大齿圈	径向跳动	1.5	3	3
	端面跳动	0.8	1.5	1.5
滚圈	径向跳动	1	2	2
	端面跳动	0.8	1.5	1.5
托轮	径向跳动	0.1	0.3	0.3
	端面跳动	0.15	0.3	0.3
旋转接头的连接面	径向跳动	2	3	3
	端面跳动	2	3	3

- 8.5** 前后托轮底座安装距离测量：
- a) 前后托轮底座间水平距离的偏差应不超过 2 mm，且机身两侧水平距离间的差值应不大于 2 mm；



- b) 前后托轮底座间对角线长度的偏差应不超过 2 mm，且两对角线长度间的差值应不大于 2 mm。

8.6 托轮纵向水平度和托轮底座横向水平度公差应不大于 0.05 mm/m。测量时采用水平仪的精度每米应不大于 0.05 mm。

8.7 前后托轮底座间高低差的偏差应不超过 1 mm，且四组高低差间的最大差值应不大于 1 mm。测量时采用水准仪的准确度每 10 m 应不大于 1 mm。

8.8 托轮与滚圈的面接触率应不小于滚圈工作宽度的 80%。挡轮与滚圈的面接触率应不小于挡轮工作宽度的 75%。

8.9 传动小齿轮与大齿圈的接触斑点，沿齿高方向应不小于齿高的 40%，沿齿宽方向应不小于齿宽的 60%。

8.10 机组噪声（锤击器除外），在距传动装置及螺旋进料机 1 000 mm 处的噪声应低于 85 dB (A)。

8.11 各轴承座温升应不超过 30 ℃，温度应不超过 85 ℃。

8.12 空负荷试运转中，应手动通入少量的蒸汽，对旋转接头起到润滑作用，确保旋转接头石墨环不因干磨损坏。

8.13 空负荷试运转时，宜采用人工涂油的方式润滑，确保大齿圈与传动小齿轮之间，滚圈与托轮、挡轮之间不断油。

## 9 检验与检测规则

### 9.1 检验方法

9.1.1 汽室、换热管、筒体、管支撑、托轮、挡轮、传动小齿轮、大齿圈等材料应由供货商提供产品质量合格证。

9.1.2 用常规量具检验符合 6.5.1~6.5.4 的要求。

9.1.3 检验 6.5.5 中的机身直线度的方法：沿机身两端筒节圆周至少 0°、90°、180°、270°四个方位，水平拉钢丝（钢丝直径： $\phi 0.35$  mm~ $\phi 0.50$  mm）进行测量，测量位置离机身环向、纵向焊缝的距离应不小于 50 mm，钢丝到机身外表面的距离为  $\delta$  mm，取  $\delta_{\max} - \delta_{\min}$  为机身直线度公差值，当机身筒节壁厚不等厚时应考虑厚度差。

9.1.4 检验 6.5.5 中机身同轴度的方法：宜采用在机身内前后端、两滚圈、大齿圈、中间两大段合拢口处设置多点透光靶，用激光经纬仪进行测量，取激光打在各截面光靶上光点坐标半径 2 倍的最大值为机身同轴度公差值（见图 4）。

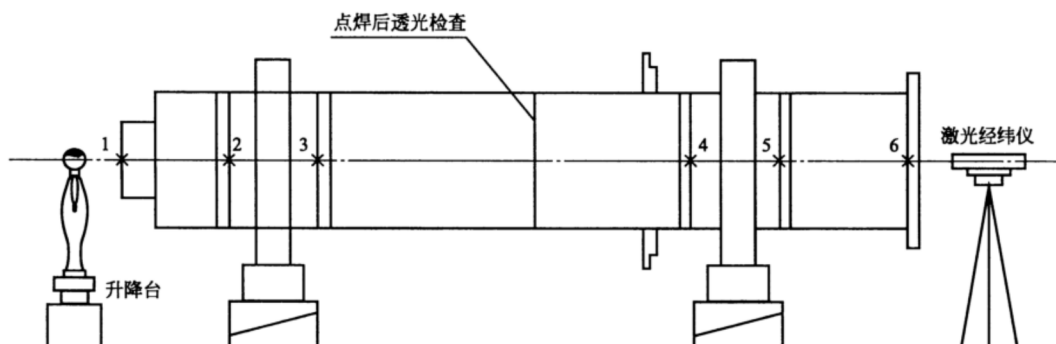


图4 机身同轴度检测方法

9.1.5 检验 6.12.2 中平面度的方法：宜用长度应不小于 3 000 mm 的矩形平尺，通过工件圆心在管板和平板 8 等份的方位上检测矩形平尺与工件表面间隙最大值，其间隙最大值为工件的平面度公差值。

9.1.6 传动小齿轮与大齿圈的接触斑点采用着色法或压铅法检查。检查和测量应选择大齿圈径向跳动量最大的部位，测量的厚度差应不大于 0.5 mm。

9.1.7 滚圈与托轮的面接触率、滚圈与挡轮的面接触率均采用着色法或压铅法检查。测量的厚度差应不大于 0.1 mm。

9.1.8 在联轴器两端轴头安装磁力百分表的方法检验 7.2.4 中联轴器对中找正要求。

9.1.9 用多组（每组 2 块）磁力百分表同时检验 5.11.1 中表 5 的跳动量。

9.1.10 对涂漆质量应进行外观检查，漆膜附着力的测定应符合 GB/T 1720—1979 的规定。

## 9.2 检验规则

9.2.1 检验分为出厂检验和附加项目的检验。

9.2.2 出厂检验内容应至少包括下列内容：

- a) 受压零部件和传动零部件材料质量合格证及复检结果；
- b) 传动零部件尺寸及形位公差；
- c) 传动零部件无损检测及硬度；
- d) 换热管、汽室液压试验；
- e) 外购件产品合格证及外协件质量证明书；
- f) 空负荷试运转，检验结果应符合第 8 章的规定。

9.2.3 附加项目的检验包括下列内容：

- a) 检验图样；
- b) 订货合同中规定的附加项目要求。

## 10 产品标志、包装、运输与贮存

### 10.1 标志

在滚圈罩侧面上铆装铭牌，铭牌应符合 GB/T 13306 的规定。

铭牌的内容包括：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号或位号；
- c) 主要技术参数（设计压力、设计温度、操作压力、操作温度、试验压力、机身规格、换热面积、机身转速、主电机功率、设备总重等）；
- d) 产品编号；
- e) 制造厂名称；
- f) 制造日期。

## 10.2 包装、运输

10.2.1 产品的包装运输应符合 JB/T 4711 的规定。

10.2.2 电机、减速机配件及备件等按装箱单装箱出厂，其他部件裸装。

10.2.3 大齿圈可从机身上拆下分两半运输，并采取有效的防护措施，确保在装卸、运输、存放过程中不应变形。

10.2.4 碳钢机加工外表面应涂防锈油，管口应封盖。

10.2.5 旋转接头的吊装和运输应保持在水平状态下进行，在吊装和运输的过程中不应碰撞。

10.2.6 长期堆放容易变形的滚圈、大齿圈、密封环等重要环状零件应单独水平放置，底面用钢性构件填平充实，上面不应放置任何重物。

10.2.7 包装箱应注明合同号、发货名称、收货站（港）及收货单位名称、发货单位名称。

10.2.8 产品出厂随机文件应有产品合格证、质量证明书、使用说明书、装箱单、竣工总图、易损件图及安装基础图。

10.2.9 配件、备件、易损件装箱后，应根据需要按包装标志要求加标志，如吊装位置标志、防雨标志等。

10.2.10 运输除应符合 JB/T 4711 的规定外，还应符合公路运输、铁路运输、船舶运输的规定。

## 10.3 贮存

10.3.1 产品应放置在通风、干燥，并应有防雨设施的地方。

10.3.2 产品应水平放置，底面应垫平。

10.3.3 如放置时间过长应及时检查并涂防锈油，使用前应及时清洗。

参 考 文 献

- [1] GB/T 23935 圆柱螺旋弹簧设计计算
-