

ICS 71.100.20

J 76

# JB

## 中华人民共和国机械行业标准

JB/T 5904.2—1999

---

### 低压透平膨胀机 制造技术要求

Manufacturing specifications for low pressure turboexpanders

1999-07-12 发布

2000-01-01 实施

---

国家机械工业局 发布

## 前 言

本标准是对 JB/Z 343—89《低压透平膨胀机 制造技术要求》进行的修订，主要技术内容改变如下：

——表 1、表 2 中的材料牌号按现行标准进行修改；规定了表 1 中喷嘴环及轴承箱材料 ZG12Cr18Ni11、ZG25CrMo4 的化学成分，密封器体的推荐材料栏中增加了 ID<sub>5</sub>；

——5.4 中“润滑油腔涂上 S54-1 白聚氨酯耐油漆”修改为“作防锈防腐处理”；

——对附录 A 中的图表进行了修改。

本标准自实施之日起代替 JB/Z 343—89。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准由气体分离与液化设备标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：杭州制氧机集团有限公司。

本标准主要起草人：蔡国成、师建忠。

本标准于 1989 年 1 月首次发布。

低压透平膨胀机 制造技术要求

代替 JB/Z 343—89

Manufacturing specifications for low pressure turboexpanders

1 范围

本标准规定了低压透平膨胀机的材料、制造技术要求和装配要求等。

本标准适用于空气及天然气分离与液化过程中膨胀做功获得冷量、进气压力不大于 1.6 MPa (绝压) 的向心式透平膨胀机 (以下简称膨胀机)。

本标准不适用于轴承采用气体润滑的膨胀机。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 713—1997	锅炉用钢板
GB/T 699—1988	优质碳素结构钢 技术条件
GB/T 1031—1995	表面粗糙度 参数及其数值
GB/T 1095—1979	平键 键和键槽的剖面尺寸
GB/T 1096—1979	普通平键 型式尺寸
GB/T 1173—1995	铸造铝合金
GB/T 1174—1992	铸造轴承合金
GB/T 1176—1987	铸造铜合金 技术条件
GB/T 1184—1996	形状和位置公差 未注公差值
GB/T 1220—1992	不锈钢棒
GB/T 1801—1979	公差与配合 尺寸至 500 mm 孔、轴公差带与配合
GB/T 1804—1992	一般公差 线性尺寸的未注公差
GB/T 2100—1980	不锈钢耐酸钢铸件 技术条件
GB/T 3077—1988	合金结构钢 技术条件
GB/T 3190—1996	变形铝及铝合金化学成分
GB/T 4423—1992	铜及铜合金拉制棒
GB/T 5612—1985	铸铁牌号表示方法
GB/T 6414—1986	铸件尺寸公差
GB/T 9438—1988	铝合金铸件技术条件
GB/T 10095—1988	渐开线圆柱齿轮精度
GB/T 11334—1989	圆锥公差

GB/T 13808—1992	铜及铜合金挤制棒
GB/T 13819—1992	铜合金铸件
GB/T 15753—1995	圆弧圆柱齿轮精度
JB/T 2934—1993	机械用碳材料及制品
JB/T 7946.3—1999	铸造铝合金金相 铸造铝合金针孔

### 3 材料要求

3.1 膨胀机主要零件推荐采用的材料牌号如表 1，采用特殊材料应符合经按规定程序批准的图样及技术文件的要求。

表 1

零件名称	推荐材料		
	名称	牌号或代号	标准号
蜗壳	铸造铝合金	ZL101; ZL102; ZL104	GB/T 1173; GB/T 9438
	铝合金板	LF2; LF21	GB/T 3190
	铸造铜合金	ZCuZn16Si4	GB/T 1176
叶轮	锻铝	LD <sub>2</sub> ; LD <sub>3</sub>	GB/T 3190
	铸造铝合金	ZL201; ZL402	GB/T 1173
主轴	合金结构钢	40Cr; 40GNi; 12GNi3	GB/T 3077
喷嘴环	铸钢	ZG12Cr18Ni11	化学成分: C≤0.15; Si≤1.0; Mn≤2.0; P≤0.045; Cr: 16.2~18.5; Ni: 10.0~12.0; S≤0.030; Mo≤0.75
	不锈钢耐酸钢	0Cr18Ni9; 2Cr13	GB/T 1220; GB/T 2100
	黄铜	H62	GB/T 4423; GB/T 13808
	铸造铜合金	ZCuSn10Pb1; ZCuZn35Al2Mn2Fe1	GB/T 1176
轴承箱 减速箱	灰铸铁	HT200; HT250	GB/T 1176
	铸钢	ZG25CrMo4	化学成分: C: 0.22~0.29; Si: 0.3~0.5; Mn: 0.5~0.8; Cr: 0.8~1.2; Mo: 0.2~0.3; P≤0.035; S≤0.035
风机蜗壳	灰铸铁	HT200; HT250	GB/T 5612
	锅炉钢板	20G	GB 713
轴 承	轴封体	优质碳素钢	20
	轴衬	铸造轴承合金	ZChSnSb11-6
密封片	黄铜	H62	GB/T 4423; GB/T 13808
	铸造铜合金	ZCuZn35Al2Mn2Fe1; ZCuSn10Pb1	GB/T 1176

表 1 (完)

零件名称		推荐材料		
		名称	牌号或代号	标准号
密封器	密封器体	不锈钢	0Cr18Ni9; 1Cr13	GB/T 1220
		优质碳素钢	35	GB/T 699
		铸造铜合金	ZCuZn35Al2Mn2Fe1	GB/T 1176
		锻铝	LD <sub>5</sub>	GB/T 3190
	密封器衬	轴承合金	5 铅基合金	化学成分: Sn4.5%~5.5%; 其余为 Pb
		铸造轴承合金	ZChSn11-8	GB/T 1174
石墨		M252H 浸渍电化石墨	JB/T 2934	
平行轴齿轮	合金结构钢	20CrMnTi; 40Cr; 40CrNi	GB/T 3077	
		优质碳素钢	45	GB/T 699
	行星齿轮	合金结构	25Cr2MoVA; 35CrMoA	GB/T 3077

3.2 主要零件的热处理与表面处理应符合表 2 的规定。

表 2

零件名称	材料牌号	处理要求
蜗壳	ZL101、ZL102、ZL104	人工时效 淬火并人工时效，处理后力学性能按设计图样要求； 流道表面作阳极氧化处理；硬度大于 300 HV，深度大于 0.04mm
	LD <sub>2</sub>	
	DL <sub>5</sub>	
叶轮	ZL402	时效处理，砂型铸造，处理后力学性能按设计图样要求； 流道表面作阳极氧化处理，硬度大于 350 HV，深度大于 0.04mm
	ZL201	淬火并时效，砂型铸造，处理后力学性能按设计图样要求； 流道表面作阳极氧化处理，硬度大于 220 HV，深度大于 0.04mm
主轴	12CrNi3	整体调质，24-32 HRC； 轴承轴颈及止推面作渗碳处理，深度 1~1.5 mm，硬度 58-62 HRC
	40Cr	整体调质，24-32 HRC； 轴承轴颈及止推面作淬火处理，硬度 48-52 HRC
	40CrNi	
喷嘴环	ZG12Cr18Ni11	淬火处理，150-190 HB
	2Cr13	流道表面作氮化处理
轴承箱 减速箱	ZG25CrMn4、HT200、 HT250	时效处理
风机蜗壳	HT200、HT250	时效处理
	20G	消除应力处理

表 2 (完)

零件名称		材料牌号	处理要求
齿	渐开线 平行轴齿轮	45、40Cr、40CrNi	按设计图样规定
	渐开线 行星齿轮	25G2MoVA 35G2MoA	调质处理，25-30 HRC 齿面作氧化处理
轮	圆弧齿轮	40Cr、40CrNi、20CrMnTi	调质处理，270-300HB
		45	调质处理，240-270HB

#### 4 制造技术要求

##### 4.1 平衡

膨胀机的转子、减速箱的齿轮轴应做动平衡校正。转速高于 3100 r/min 的转子动平衡精度不低于附录 A (标准的附录) 中 G1 级的规定，转速低于或等于 3100 r/min 的转子动平衡精度不低于附录 A 中 G2.5 级的规定。

##### 4.2 运转间隙

旋转零件和静止零件之间的运转间隙按图样的要求制造。

##### 4.3 叶轮

4.3.1 叶轮应固定牢靠，防止在按指定方向旋转时产生周向和轴向移动。

4.3.2 叶轮应以设计转速 120% 做超速试验，达到规定转速 1 min 后，不得有裂纹等缺陷，相对线性变形率应不大于 0.025%。

4.3.3 对于精密铸造叶轮，叶片厚度公差为叶片厚度的  $\pm 10\%$ ，相邻两叶片的角度公差为  $\pm 10'$ ；铸件加工后对其背面进行宏观低倍检验，其针孔不低于 JB/T 7946.3 中 3 级，铸件不允许有裂纹、疏松、冷隔、气孔等缺陷。

##### 4.4 轴

4.4.1 主轴及齿轮应保留中心孔。

4.4.2 主轴及齿轮轴应经无损探伤，具体要求按图样及技术文件的规定。

##### 4.5 轴承

4.5.1 滑动轴承的温度和温升应满足图样及技术文件的规定。系统中应装有能清除润滑油中颗粒尺寸大于 5  $\mu\text{m}$  机械杂物的过滤器。

4.5.2 滑动轴承的轴衬和轴衬体必须贴合。

4.5.3 装配好的径向轴承用涂色法检验与样轴触点均匀，止推轴承两止推面用涂色法检验，在整个圆周上接触均匀。

##### 4.6 齿轮

齿轮应经无损探伤检验，具体要求按图样及技术文件规定。

##### 4.7 静压元件的强度及密封性检查。

4.7.1 蜗壳和风机蜗壳应进行水压试验，试验压力为设计压力的 1.5 倍，且不低于 0.2 MPa (表压)，

保压时间不得少于 15 min，在试压过程中不得有漏水、冒汗现象。然后进行气压试验，试验压力为设计压力的 1.1 倍，保压时间不得少于 10 min，在试压过程中不得有渗漏现象。

4.7.2 对于水平剖分的蜗壳，剖分面平面度与接触面应达到图样规定的技术要求，允许剖面涂低温密封胶。

4.7.3 轴承箱、减速箱内腔不得漏油。

4.8 主要零件的主要部位表面粗糙度数值  $R_a$  不大于表 3 的规定。

表 3

$\mu\text{m}$

零件名称	零件部位	表面粗糙度数值 $R_a$ (GB/T 1031)
工作轮	与主轴配合的孔	0.8
	与孔垂直的两端面	1.6
	叶片流道	6.3
	键槽两侧面	
风机轮	与主轴配合的孔	0.8
	叶片流道	6.3
	键槽两侧面	
喷嘴环	固定叶片流道	3.2
	固定叶片端面	1.6
	可调叶片流道	
	可调叶片端面	0.8
主 轴	与工作轮、风机轮、联轴器配合的轴颈	0.8
	与滑动轴承配合的轴颈	0.4
	轴向止推面	6.3
	键槽两侧面	
蜗 壳	安装中间体的定位面	1.6
	安装内扩压器的定位孔	3.2
	安装喷嘴环盖板的贴合面	
齿 轮	渐开线齿形表面	0.8
	圆弧齿形表面	1.6
	与轴配合的孔	
	键槽两侧面	6.3

#### 4.9 公差与配合

4.9.1 主要零件结合部位的公差与配合应符合表 4 的规定。

表 4

零件结合部位		公差与配合	标准号
工作轮与主轴颈及风机轮与主轴颈配合		H6h5 或 H6g5	GB/T 1801
		锥度 1 : 10	接触面积大于 70%
喷嘴环叶片喉部宽度		JS12	GB/T 1801
喷嘴环叶片高度		JS10	
主轴颈、齿轮轴颈		h6	
滑动轴承定位外圆和定位孔的配合	整体轴承		
	剖分轴承	k6	
齿轮与齿轮轴		H7/r6	
轴槽与键		N9h9	GB/T 1095
		H9h9	GB/T 1096
轴毂槽与键		Js9h9	GB/T 1095
		D10h9	GB/T 1096

4.9.2 零件未注公差的机加工面尺寸公差按 GB/T 1804 规定，选用中等级。

4.9.3 铸件尺寸偏差(除工作轮、风机轮外)应符合 GB/T 6414 规定。铜铸件的尺寸偏差应符合 GB/T 13819 的规定。

4.10 主要零件的表面形状和位置公差应符合表 5 的规定。

表 5

零件名称	部位及公差名称	公差等级及标准号
蜗壳	安装内扩压器或密封器的各定位孔轴线对安装中间体定位轴孔轴线的同轴度:	
	安装中间体定位孔直径小于 350 mm	5 级, GB/T 1184
	安装中间体定位孔直径大于或等于 350 mm	6 级, GB/T 1184
滑动轴承	轴承定位端面对轴承孔轴线的垂直度	5 级, GB/T 1184
	轴承止推面对轴承孔轴线的垂直度	4 级, GB/T 1184
	剖分轴承定位外圆对轴承孔轴线的同轴度	5 级, GB/T 1184
	整体轴承定位外圆对轴承孔轴线的同轴度	4 级, GB/T 1184
轴承箱、减速箱	各气封、油封端盖定位孔对轴承定位孔轴线的同轴度	5 级, GB/T 1184
	各气封、油封端盖定位端面对轴承定位孔轴线的垂直度	6 级, GB/T 1184
	安装中间体或蜗壳的定位圆柱面对轴承定位孔轴线的同轴度	5 级, GB/T 1184
	安装中间体的定位端面对定位圆柱面轴线的垂直度	6 级, GB/T 1184
	安装风机端盖的定位圆柱面对轴承定位孔轴线的同轴度	6 级, GB/T 1184
	轴承轴向定位面对轴承定位孔轴线的垂直度	6 级, GB/T 1184
	安装风机端盖的定位端面对定位圆柱面轴线的垂直度	7 级, GB/T 1184

表 5 (完)

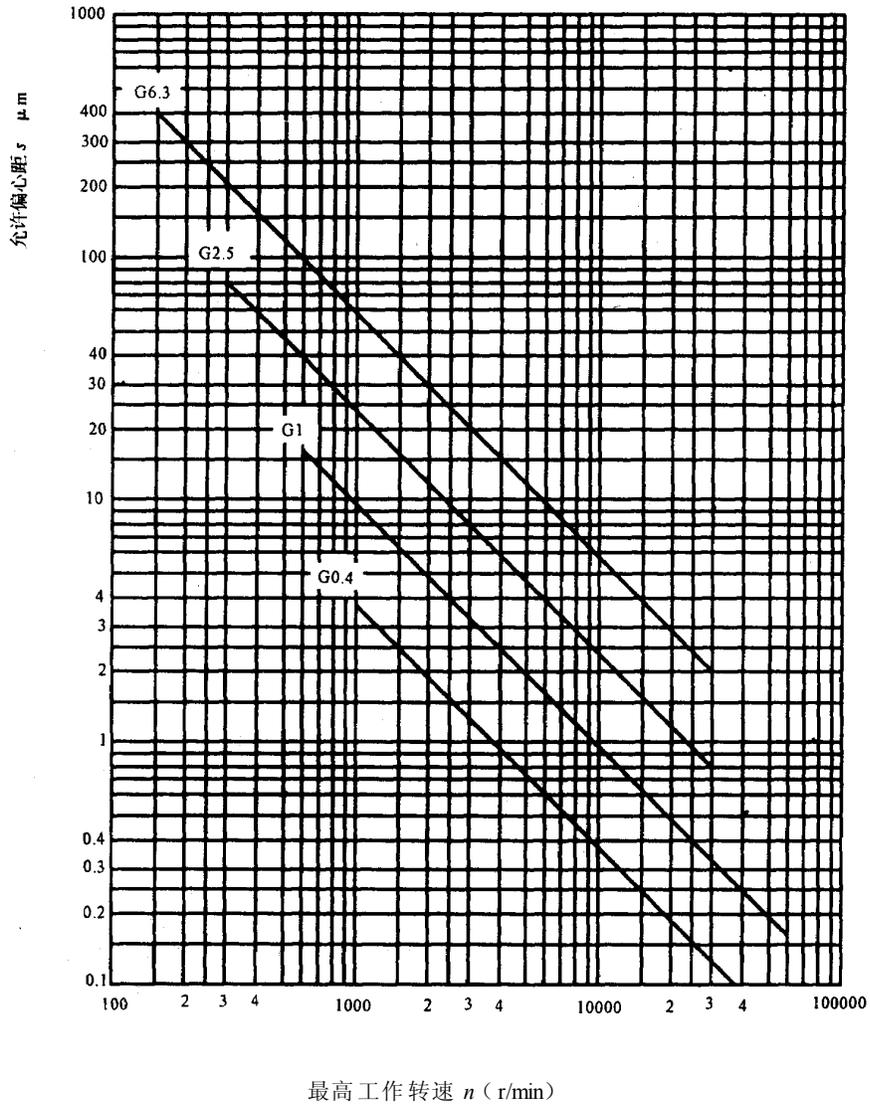
零件名称	部位及公差名称	公差等级及标准号
轴承箱、减速箱	减速箱两轴孔轴线中心距偏差	
	渐开线齿轮：	
	平行轴齿轮	6级，GB/T 10095
	行星齿轮	5级，GB/T 10095
	圆弧齿轮	6级，GB/T 15753
	减速箱两轴孔轴线平行度误差	
蜗壳	渐开线齿轮：	
	平行轴齿轮	6级，GB/T 10095
	行星齿轮	5级，GB/T 10095
	圆弧齿轮	6级，GB/T 15753
	安装中间体、喷嘴环盖板、内扩压器各定位孔端面对安装中间体定位轴线的垂直度	6级，GB/T 1184
	叶轮进口外圆及叶片轮廓外形母线对轴孔轴线的圆跳动及闭式叶轮密封片外圆对轴孔轴线的圆跳动	7级，GB/T 1184
工作轮	叶轮两端面对轴孔轴线的垂直度	5级，GB/T 1184
	两键槽对轴孔轴线的对称度	9级，GB/T 1184
风机轮	叶片沿圆周均布、相邻两叶片间的角度偏差：	
	可调的喷嘴环	8级，GB/T 11334
	固定的喷嘴环	7级，GB/T 11334
	叶片安装角角度偏差：	
	可调的喷嘴环	8级，GB/T 11334
	固定的喷嘴环	7级，GB/T 11334
	喷嘴环盖板定位外圆或内孔对两侧面的垂直度：	
	可调的喷嘴环	6级，GB/T 1184
固定的喷嘴环	5级，GB/T 1184	
喷嘴环	喷嘴环盖板两侧面的平行度：	
	可调的喷嘴环	5级，GB/T 1184
	固定的喷嘴环	4级，GB/T 1184
	各轴颈对滑动轴承颈轴线的同轴度	4级，GB/T 1184
主轴、齿轮轴	止推轴承端面对轴线的垂直度	4级，GB/T 1184
	键槽对轴线的对称度	9级，GB/T 1184
	径向轴承轴颈的圆柱度	
	径向轴承轴颈的圆度	7级，GB/T 1184
齿 轮	齿轮精度	
	渐开线齿轮：	
	平行轴齿轮	6级，GB/T 10095
	行星齿轮	5级，GB/T 10095
	圆弧齿轮	6级，GB/T 15753

注：渐开线齿轮的齿厚极限偏差根据转速和传递功率产品设计规定。

## 5 装配要求

- 5.1 各零部件必须经检查合格，外购件、协作件必须有合格证明文件方可进行装配。
- 5.2 对于采用转动喷嘴叶片调节的低温膨胀机，其调节机构需要进行低温下的转动检查。转动喷嘴环调节机构时，负荷应均匀，无卡阻或轻重不匀之感。
- 5.3 零件外观检查无损伤、无毛刺、无锈痕，外形须光洁、平整，装配后不得有油污、碰伤等缺陷。
- 5.4 与润滑油、冷却水及加工气体接触的所有非加工表面，必须清除干净，并做防锈防腐处理。
- 5.5 轴承箱、减速箱、风机蜗壳、油泵壳等铸件外表面在清理除锈干净后，应涂上底漆和面漆。
- 5.6 经防锈处理和表面涂漆后，各气管、油水管应封口，以保证使用前内部的清洁。
- 5.7 膨胀机的转向规定从工作轮出口端看为逆时针方向；电机制动型的膨胀机应在明显的位置用红色箭头表示转子的旋转方向。

附录 A  
(标准的附录)  
允许偏心距



中 华 人 民 共 和 国  
机 械 行 业 标 准  
低 压 透 平 膨 胀 机 制 造 技 术 要 求  
JB/T 5904.2—1999

\*

机 械 科 学 研 究 院 出 版 发 行  
机 械 科 学 研 究 院 印 刷  
(北京首体南路2号 邮编 100044)

\*

开 本 880×1230 1/16 印 张 3/4 字 数 20,000  
1999 年 10 月 第 一 版 1999 年 10 月 第 一 次 印 刷  
印 数 1—500 定 价 10.00 元  
编 号 99—1000

机械工业标准服务网：<http://www.JB.ac.cn>