



1	总论	1
1.1	轴承钢概述	1
1.2	我国高碳铬轴承钢标准的变迁 ...	3
1.3	国外(国际)轴承钢标准概况	12
2	牌号表示方法	28
2.1	中国	28
2.2	美国	29
2.3	德国	29
2.4	日本	30
2.5	英国	30
2.6	法国	31
2.7	国际标准	32
3	主要生产工艺简介	33
3.1	一般生产工艺	33
3.2	SKF MR 冶炼工艺	34
4	特性、主要生产品种和用途	36
4.1	高碳铬轴承钢	36
4.2	渗碳轴承钢	38
4.3	不锈轴承钢	38

5	我国标准主要技术要求	40
5.1	GB/T 18254—2002 高碳铬轴承钢	40
5.2	YJZ 84 高碳铬轴承钢临时供货协议	88
5.3	GB/T 3086—1982 高碳铬不锈钢轴承钢技术条件	95
5.4	GB/T 3203—1982 渗碳轴承钢技术条件	101
5.5	YB/Z 12 1977 轴承钢管	106
5.6	YB/T 096—1997 高碳铬不锈钢丝	109
5.7	YB 245—1964 滚珠及滚柱用铬钢丝	111
5.8	YB/T 5144—1993 轴承保持器用碳素结构钢丝	114
5.9	YB 9—1968 铬轴承钢技术条件标准评级图	115
6	国外和国际(ISO)标准主要技术要求	154
6.1	ASTM A295—1994 耐磨高碳轴承钢	154
6.2	ASTM A485—1994 耐磨高淬透性轴承钢	159
6.3	ASTM A534—1994 耐磨渗碳轴承钢	164
6.4	ASTM A535—1985 特殊质量级滚珠和滚柱 轴承钢	169
6.5	ASTM A756—1994 耐磨不锈钢轴承钢	174
6.6	ASTM A866—1994 耐磨中碳轴承钢	179
6.7	JIS G4805—1990 高碳铬轴承钢	183
6.8	DIN 17230—1980 滚动轴承钢交货技术条件	189
6.9	NF A35-565—1994 钢铁产品 轴承钢质量	200
6.10	ISO 683-17:1999 热处理钢、合金钢和易切钢 第 17 部分:滚珠和滚柱轴承钢	215
6.11	ASTM E45—1997 测定钢中夹杂物含量的标准 试验方法	235
6.12	ASTM A892—1988 高碳轴承钢显微组织的定义	

1 总 论

1.1 轴承钢概述

用于制作在不同环境中工作的各类滚动套圈和滚动体的钢统称为轴承钢。由于轴承的工作条件不同,如低温、高温、腐蚀、磁性和振动冲击等,除了采用碳铬轴承钢以外,也可以采用工具钢、结构钢、不锈钢和耐热钢作为制作轴承的材料。

按照我国国家标准 GB/T 13304《钢分类》,我国轴承钢标准中规定的高碳铬轴承钢、高碳铬不锈轴承钢、渗碳轴承钢等属于特殊质量合金钢,即在生产过程中需要特别严格控制质量和性能的合金钢。根据轴承钢的化学成分和用途不同,大多数国家一般分类为高碳铬轴承钢、渗碳轴承钢、不锈轴承钢和高温轴承钢。但是,通常所说的轴承钢是指高碳铬轴承钢,其碳含量(质量分数)约为 1%,铬含量(质量分数)为 0.5%~1.65%。其中生产量和使用量最大的是相当于我国牌号 GCr15 的钢。高碳铬轴承钢至今已有 100 年的历史。由于其合金含量低、价格便宜,而且具有高强度、高耐磨性、良好的耐疲劳性能和淬透性,以及热处理简便等特点,所以为世界各国广泛采用,其化学成分也一直没有多大变化。

轴承工作时承受高的、集中的、反复变化的负荷,传导力的接触部分仅仅集中在几个点或线上,不但在高速下转动,而且还有滑动,产生很大的摩擦,此外,还要适应不同的工作条件。因此,要求轴承钢除应具有高的疲劳强度,以使轴承得到较长的工作寿命;高的弹性极限,以保证在较高的应力下不发生永久变形;热处理后有高的硬度,以耐磨损;在大气或润滑剂中,在酸、碱或潮湿介质中不被腐蚀等特性外,还要有一定的韧性、淬透性,良好的尺寸稳定性和工艺性能。因此,对钢的化学成分、有害残余元素、内部组织、非金属夹杂物含量、碳化物的形态和分布等有非常严格的要求。

轴承钢的质量、轴承的结构设计和轴承的制作质量是影响轴承寿命的3个主要因素,而轴承钢的质量是其中最重要的因素。钢的组织 and 钢中的非金属夹杂物对轴承钢的质量影响极大,是关键的影响因素。轴承钢的显微组织,只有经过球化处理而得到均匀的球化体组织,才能满足轴承制作的要求,并在淬火后得到良好的综合力学性能,钢中的碳化物网状和带状组织也是影响轴承寿命的重要因素,必须控制在标准规定的允许范围之内。钢中的碳化物分布不均匀,造成性能差异。淬火后大块碳化物使钢材局部硬度过高,同时产生较大的残余应力,而在低碳区又形成软点。钢的断口组织必须均匀、晶粒细致、无有害缺陷。钢中非金属夹杂物的数量、形态和分布,对轴承的使用有直接的、极大的影响,是决定轴承钢质量的极重要因素。因此,多年来轴承钢生产工艺的发展,主要是围绕着减少钢中的非金属夹杂物,即提高钢的清洁度来进行的。对轴承钢要求尽可能高的清洁度,是因为在滚动件接触的表面层下的非金属夹杂物隔断了基体的均匀组织,起着内应力的诱发作用,造成应力集中,使疲劳过程开始和发展。滚动轴承的疲劳寿命受很多冶金因素的影响,例如夹杂物的含量、夹杂物的化学性质、均匀性和残余元素等。非金属夹杂物影响程度的差异,取决于夹杂物的类型。宏观夹杂物的数量,所指的是热轧钢材中至少0.5 mm长的单个非金属夹杂物,对早期破坏的出现率,也就是钢的可靠性有很大影响。显微夹杂物与钢中的氧、硫和钛有关。研究表明,氧化物夹杂对轴承钢的疲劳性能有有害的影响。然而疲劳强度不仅取决于显微氧化物的总量,而且还取决于其化学成分。含有钙的称为“D”类的球状氧化物,对轴承钢特别有害。对于硫含量(质量分致)最大约为0.04%的轴承钢,硫没有显示出对轴承寿命有不利的影响。在氧化物夹杂含量高的情况下,如果硫化物完全或部分地包附氧化物,甚至可能对轴承寿命还能起有益的作用。

氧化物夹杂的总量与钢中的氧含量成正比。此外,又由于评定极小的氧化物很困难,所以测定钢中的氧含量也是控制轴承钢质量的有效手段。炼钢工艺决定了钢的清洁度。为了严格控制轴承钢中的非金属夹杂物,目前广泛采用了现代炼钢技术,如脱氧、钢包处理、真空处理、电渣重熔等,以减少钢中的氧含量,提高轴承钢的清洁度水平。

轴承钢的组织 and 钢中的非金属夹杂物,除了对内在质量有影响以外,还对钢的切削加工性能有很大影响。一般来说,具有球化体组织的钢材才能保证良好的切削加工性能;细小的硫化物夹杂使钢材容易被切削;而氧化物夹杂则使钢材的切削加工性能变坏。

钢中总是存在非金属夹杂物的。夹杂物的尺寸、形状、数量和类型是决定轴承钢质量的重要技术指标。因此,评定轴承钢中的非金属夹杂物是控制轴承钢质量的首要手段。为了保证轴承钢的质量,提高轴承寿命,需要准确地测定钢中的非金属夹杂物。除了宏观方法以外,显微方法评定,特别是按标准评级图谱进行评定已被世界各国普遍采用。目前国际上公认的评定钢中非金属夹杂物的方法主要有,美国 ASTM E45《测定钢中非金属夹杂物含量的标准试验方法》、德国钢铁试验标准 SEP1570《特殊钢非金属夹杂物含量评级图谱显微检验法》和国际标准 ISO 4967《钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法》。钢材的合格级别,则由有关的轴承钢标准或协议来规定。

1.2 我国高碳铬轴承钢标准的变迁

1.2.1 我国最早的高碳铬轴承钢标准重 10—52 是参照前苏联标准 ГОСТ 801—47《轴承钢技术条件》制定的。其中很多条款和评级图片都取自于 ГОСТ 801—47。

1.2.2 1959 年,重 10—52 修订为冶金部标准 YB 9—59。该标准基本上能够满足当时轴承行业的要求。

1.2.3 1968 年,YB 9—59 又修订为 YB 9—68。由于历史原因,YB 9—68 标准的水平大大降低,致使该标准形同虚设,很多工业部门仍然沿用 YB 9—59。

1.2.4 1980 年,为了提高高碳铬轴承钢标准的水平,满足工业发展的需要,主要参照美国 ASTM A 295《高碳滚珠和滚柱轴承钢》标准,同时对日本、前苏联、原联邦德国、法国和瑞典等国家的有关标准进行了研究和分析,制定了与国外先进标准水平相当的冶金部推荐标准 YB(T) 1—80。该标准在冶炼方法、钢的纯洁度和均匀度,以及钢材尺寸精度等方面都进行了重大的修订,如下所述。

1.2.4.1 牌号和化学成分

1) 列入了常用的 4 个牌号, GCr15、GCr15SiMn、GCr9、GCr9SiMn。取消了 YB 9—68 中的低铬牌号 GCr6。

2) 由于碳含量对热处理影响较大, 碳含量范围窄些有利于热处理, 因此仍按 YB 9—68 的规定 GCr15 和 GCr15SiMn 的碳含量(质量分数)为 0.95%~1.05%。

3) YB 9—68 规定 $w(P) \leq 0.027\%$ 、 $w(S) \leq 0.020\%$ 。YB(T) 1—80 规定为各不大于 0.025%。对于硫含量, 考虑到硫在钢中的形态和作用, 但又为了确保钢材质量, 所以规定为不大于 0.025%。

4) 成品钢材的化学成分允许偏差基本上采用了 ASTM A295 的规定。

5) 参照其他国家标准对镍、铜、镍+钢、钼等残余元素的含量作了规定。

1.2.4.2 冶炼方法

轴承钢的冶炼工艺对其质量有直接的、重要的影响。YB 9—68 规定允许采用转炉、平炉冶炼, 不可能保证轴承钢的质量。美国和日本等国家的标准均规定采用电炉+炉外精炼、真空脱气处理。对此, 规定“轴承钢应用电炉冶炼并经真空脱气处理。经供需双方协议, 亦可采用能满足本标准要求的其他冶炼方法”。这项规定与国外先进标准的规定是一致的。

1.2.4.3 钢材形状、尺寸及允许偏差

规定热轧圆钢只允许正偏差, 其数值与 GB 702—72《热轧圆钢和方钢尺寸、外形、重量及允许偏差》标准规定的较高精度的公差带相等, 比 YB 9—68 标准的规定有较大提高, 与国外先进标准相当; 冷拉圆钢的直径允许偏差比 GB 905—66《冷拉圆钢、方钢、六角钢尺寸、外形、重量及允许偏差》的规定稍严; 钢管的允许偏差则完全采用了我国进口轴承钢管订货协议的规定。

1.2.4.4 表面质量和脱碳层

对表面质量做了明确规定, 不允许对使用有害的缺陷, 不管是已明确列出的, 还是未明确列出的, 只要对使用有影响都不允许存在。缺陷允许清理的深度也比 YB 9—68 有所加严。明确规定了切削加工用钢材表面不影响使用的(深度不超过公差之半)、切削加工时可以切除的

表面缺陷可不清除。

热轧圆钢表面脱碳层的规定是参照美国 ASTM A295 标准制定的。

钢管内外表面脱碳层的规定是参照我国进口轴承钢管订货协议制定的。

1.2.4.5 低倍组织

规定低倍组织与非金属夹杂物同时在 100 mm×100 mm 的钢坯上取样检验,取样数量为 6 个,比 YB 9—68 规定的严格。制定了新的评级图片,中心疏松和一般疏松各三级图片,偏析仍为二级图片。

评级图片上一定区域内具有评级特征的疏松缺陷的点数比较如表 1.2-1 所示。

表 1.2-1

级 别	中心疏松点数		一般疏松点数	
	新图片	原图片	新图片	原图片
1 级	21	39	49	64
2 级	32	46	90	111
3 级	45	59	124	—

对上述疏松缺陷点数进行面积计算,其面积指数近似值(%)如表 1.2-2 所示。

表 1.2-2

%

级 别	中心疏松面积指数		一般疏松面积指数	
	新图片	原图片	新图片	原图片
1 级	0.1	0.2	0.2	0.3
2 级	0.2	0.3	0.4	0.6
3 级	0.4	0.6	0.8	—

中心疏松评级主要根据试样中心部位的缺陷大小、数量、聚集程度和所占面积。

一般疏松评级主要根据缺陷的大小、数量、所占面积和树枝状晶的粗细程度。

偏析评级主要根据偏析带的组织疏松程度和偏析带的宽度。

与 YB 9—68 相比,评级图片来源于正常生产的钢坯,图片清晰、特征明显,缺陷形状自然、分布合理。

1.2.4.6 碳化物网状和碳化物带状

碳化物网状评级图片是新制定的,为 3 级,比 YB 9—68 稍有加严,合格级别也有所加严。碳化物带状图片仍沿用 YB 9—68 的图片,合格级别有所加严,并明确规定 100 倍和 500 倍结合评定。

1.2.4.7 碳化物液析

实际生产中出现两类不同形态的碳化物液析,条状和链状(块状),YB 9—68 中的角状或块状碳化物液析图片不符合生产实际情况。因此,新制定了两个系列各 4 张碳化物液析图片。碳化物液析评级主要根据碳化物的数量、分布状态和颗粒大小。YB(T) 1—80 和 YB 9—68 碳化物液析的面积近似值如表 1.2-3 所示。

表 1.2-3

级 别	碳化物液析面积/ 10^{-3}mm^2			
	YB(T) 1—80		YB 9—68	
	条 状	链 状	集 中	分 散
1 级	0.26	0.27	0.38	0.77
2 级	0.57	0.55	0.73	1.12
3 级	1.17	1.13	1.83	2.19
4 级	2.62	2.25		3.97

1.2.4.8 球化退火组织

YB 9—68 沿用的是 TOCT 801—47 的图片。YB(T) 1—80 新制定了 6 级图片,分别是欠热、过热和正常温度退火后的典型试样中选取的,图片直径 78 mm。规定圆钢直径不大于 60 mm 和钢管合格级别为 2~4 级,比 YB 9—68 有很大提高。

1.2.4.9 非金属夹杂物

ASTM 标准非金属夹杂物的评定方法是各国公认比较科学合理的,能够保证轴承钢的质量。因此,采用了 ASTM A295 的非金属夹杂物评级方法和合格级别。为了便于半级评定,选用了 ASTM E45—1976 的图Ⅲ。

1.2.4.10 显微孔隙

实践证明,钢材上的显微孔隙对使用有影响。所以规定直径不大于 60 mm 的圆钢不得有显微孔隙;直径大于 60 mm 的圆钢显微孔隙不得超过第 5 评级图所规定的。

1.2.5 1984 年,由于 YB(T) 1—80 在实施期间轴承钢生产厂达到标准要求有较大困难,为了解决生产与供货问题,由当时的冶金部和机械部经协商制定了 YJZ 84《冶金部机械部高碳铬轴承钢临时供货协议》。制定该协议的原则是,水平应比 YB 9—68 高,个别指标可在 YB(T) 1—80 的基础上略有降低。其主要修改内容如下:

1.2.5.1 牌号

重新将低铬牌号 GCr6 纳入了协议。

1.2.5.2 冶炼方法

将 YB(T) 1—80 中规定的“轴承钢应用电炉冶炼并经真空脱气处理”改为“轴承钢应用电炉冶炼并经真空脱气处理和采用已经双方协商确定的电炉冶炼经喷粉、电磁搅拌、吹氩处理或平电混炼经 RH 处理”。

1.2.5.3 尺寸及允许偏差

1) 热轧圆钢的直径允许偏差有较大修改,由 YB(T) 1—80 规定的单向正偏差改为双向等值偏差,而且公差带也有所放宽。

2) 对钢材交货长度的规定进行了调整,也有所放宽。

1.2.5.4 酸浸低倍组织检验

虽然协议规定的酸浸低倍组织检验合格级别与 YB(T) 1—80 相同,但 YB(T) 1—80 规定在钢坯上取样检验,而协议规定在钢材或钢坯上取样检验,并以钢材上取样的检验结果为准。

1.2.5.5 碳化物网状

协议中关于碳化物网状的规定变动较大,直径不大于 60 mm 的退火圆钢、盘条、所有尺寸的退火钢管为不大于 3 级,而 YB(T) 1—80 规定为不大于 2 级。

YB 9—68、YB(T) 1—80 和 YJZ 84 主要技术要求对比见表 1.2-4。

表 1.2-4

项 目	YJZ 84		YB(T) 1—80		YB 9—68	
适用范围	钢坯、热轧(锻)材、冷拉材、盘条、钢管		钢坯、热轧(锻)材、冷拉材、盘条、钢管		热轧(锻)材、冷拉材、热轧角钢	
钢 号	GCr6 GCr9 GCr9SiMn GCr15 GCr15SiMn		GCr9 GCr9SiMn GCr15 GCr15SiMn		GCr6 GCr9 GCr9SiMn GCr15 GCr15SiMn	
热轧圆钢直径 允许偏差/mm	直 径	允许偏差	直 径	允许偏差	直 径	允许偏差
	8					
	9					
	10		10		10	
	11		11		11	
	12		12		12	
	13		13		13	
	14	±0.35	14	+0.50	14	±0.40
	15		15		15	
	16		16		16	
	17		17		17	
	18		18		18	
	19		19		19	
	20		20		20	
	21		21		21	
	22		22		22	
	23		23		23	
	24		24		24	
	25	±0.40	25	+0.60	25	±0.50
	26		26		26	
	27		27		27	
	28		28		28	
	29		29		29	
	30		30		30	

续表 1.2-4

项 目	YJZ 84		YB(T) 1·80		YB 9 68	
热轧圆钢直径 允许偏差/mm	直 径	允许偏差	直 径	允许偏差	直 径	允许偏差
	32	±0.50	32	+0.80	32	±0.60
	33		33		33	
	34		34		34	
	35		35		35	
	36		36		36	
	37		37		37	
	38		38		38	
	40		40		40	
	42	±0.50	42	+0.80	42	±0.60
	43		43		43	
	44		44		44	
	45		46		46	
	46		48		48	
	48					
	50		50		50	
	52	±0.60	52	+1.20	52	±0.80
	55		55		55	
	60		60		60	
	65		65		65	
	70		70		70	
	75		75		75	
	80		80		80	
	85	±1.00	85	+1.80	85	±1.10
	90		90		90	
	95		95		95	
	100		100		100	
	105		105		105	
	110		110		110	
			115			
	115	±1.30		+2.50	115	±1.40
	120		120		120	
	125		125		125	
	130		130		130	
	140		140		140	
	150		150			
					150	±2.00

续表 1.2-4

项 目		YJZ 84		YB(T) 1--80			YB 9 68				
酸浸低倍	中松	≤1.0 级(钢坯或钢材上检验)		≤1.0 级(钢坯上检验)			≤1.5 级				
	一松	≤1.0 级(钢坯或钢材上检验)		≤1.0 级(钢坯上检验)			<100 mm ≤1.0 级 ≥100 mm ≤1.5 级				
	偏析	≤1.0 级(钢坯或钢材上检验)		≤1.0 级(钢坯上检验)			≤2.0 级				
淬火断口		不得出现下列一种: 1) 多于一处 1.6~3.2 mm 的夹杂物; 2) 一处 >3.2 mm 的夹杂物; 3) 疏松、缩孔及内裂		不得出现下列一种: 1) 多于一处 1.6~3.2 mm 的夹杂物; 2) 一处 >3.2 mm 的夹杂物; 3) 疏松、缩孔及内裂			供方若能保证, 可以不做检验				
退火断口		≤30 mm 热轧退火材和冷拉材的断口必须晶粒细致, 无缩孔、裂纹和过热现象。能保证, 可不作		同 YJZ 84 的规定 供方若能保证, 可以不做检验			供方若能保证, 可以不做检验				
非金属夹杂物		类型	细系	粗系	类型	细系	粗系	材料	脆性	塑性	点状
		A	2.5	1.5	A	2.5	1.5	冷拉材 ≤30 mm	2	2.5	2.5
		B	2	1.5	B	2	1.5	退火材 >30~60mm			
		C	2	1.5	B	2	1.5	退火材 ≤60mm	3	3	3
		D	1.5	1.5	D	1.5	1.5	不退火材 >60mm	3.5	3.5	3.5

续表 1.2-4

项 目	YJZ 84		YB(T) 1-80		YB 9-68	
显微孔隙	≤60 mm 不允许 >60 mm 不超过 图片		同 YJZ 84 的规定		未规定	
球化退火组织	均匀、细小、完全球化的珠光体组织。 ≤60 mm 退火材、钢管为 2~1 级。 罩式炉、车底炉退火材:按 YB 9-59, 2~3 级合格。		同 YJZ 84 的规定		退火材 1~4 级, 热加工材不检查	
碳化物网状	≤60 mm ≤3 级		≤60 mm ≤2 级 >60 mm 协议		≤3 级 热加工材不检查	
碳化物带状	规 格	级 别	规 格	级 别	规 格	级 别
	管、冷拉材、 ≤30 mm 退火材	2.0	管、冷拉材、 ≤30 mm 退火材	2.0	冷拉、≤30 mm 退火材	2.5
	>30 ~ 60 mm 退火材	2.5	>30 ~ 60 mm 退火材	2.5	>30 ~ 60 mm 退火材	3
	>60 mm 退 火材、≤80 mm 热轧材	3.0	>60 mm 退 火材、≤80 mm 热轧材	3.0	≤60 mm 热 轧材	3.5
	>80 ~ 150 mm 热轧材	3.5	>80 ~ 150 mm 热轧材	3.5	>60 mm	3.5
碳化物液析	管、冷拉材、 ≤30 mm 退火 材	0.5	管、冷拉材、 ≤30 mm 退火 材	0.5	冷拉材、≤30 mm 退火	1
	30 ~ 60 mm 退火材	1.0	30 ~ 60 mm 退火材	1.0	30 ~ 60 mm 退火材	2
	>60 mm 退 火材、≤60 mm 热轧材	2.0	>60 mm 退 火材、≤60 mm 热轧材	2.0	≤60 mm 热 轧材	2.5
	>60 mm 热 轧材	2.5	>60 mm 热 轧材	2.5	>60 mm 热 轧材	3

续表 1.2-4

项 目		YJZ 84		YB(T) 1—80		YB 9—68	
脱碳层		直径/mm	脱碳层 深度/mm	直径/mm	脱碳层 深度/mm	直径/mm	脱碳层 深度/mm
热轧圆钢		10~15	0.20	10~15	0.20	5~15	0.20
		16~30	0.40	16~30	0.38	>15~30	0.45
		31~50	0.60	31~50	0.56	>30~45	0.70
		51~75	0.80	51~75	0.76	>45~60	0.85
		76~100	1.10	76~100	1.14	>60~80	1.00
		>100~150	1.20	>100~150	1.25	>80~100	1.20
		>150	协议	>150	协议	>100~125	1.50
					>120~150	2.00	
					>150	不检查	
冷拉圆钢		直径的 1%		直径的 1%		直径的 1%	
热轧钢管	内表面	0.50 mm		0.50 mm		YB/Z 12—77	
	外表面					内表面 0.70 mm 外表面 0.60 mm	
热轧剥皮管	内表面	0.50 mm		0.50 mm		—	
	外表面	0.20 mm		0.20 mm			
冷拉(轧)管内		0.30 mm		0.30 mm		内表面 0.60 mm	
外表面						外表面 0.40 mm	

1.2.6 2002 年,在历次修订高碳铬轴承钢标准的基础上,制定了推荐性国家标准 GB/T 18254(现行标准)。

1.3 国外(国际)轴承钢标准概况

美国 ASTM:

ASTM A295 耐磨高碳轴承钢

A485 耐磨高淬透性轴承钢

A534 耐磨渗碳轴承钢

A535 特殊质量级滚珠和滚柱轴承钢

A756 耐磨不锈钢轴承钢

A866 耐磨中碳轴承钢

日本 JIS:

JIS G4805 高碳铬轴承钢

其他种类的轴承钢采用相关标准中的牌号。

德国 DIN:

DIN 17230 滚珠轴承钢交货技术条件

其中包括淬硬钢、渗碳钢、调质钢、不锈钢和耐热钢。

法国 NF:

NF A35—565 钢铁产品 轴承钢质量

其中包括完全淬火钢、表面感应淬火钢、渗碳钢、热处理钢、不锈钢和耐热钢。

国际标准 ISO:

ISO 683-17 热处理钢、合金钢和易切钢第 17 部分:滚珠和滚柱轴承钢

其中包括全淬透钢、渗碳钢、感应淬火钢、不锈钢和耐热钢。

以上各标准规定的牌号、化学成分和主要技术要求,见本卷第 6 部分。下面就有关轴承钢质量的几个重要问题简要综述如下。

1.3.1 牌号和化学成分

1.3.1.1 高碳铬轴承钢

国外(国际)标准中规定的牌号,美国 ASTM 标准为 11 个牌号(其中包括低铬和无铬轴承钢)、日 JIS 标准为 5 个牌号、德国 DIN 标准为 6 个牌号、法国 NF 标准为 8 个牌号、国际标准 ISO 为 8 个牌号、瑞典企业标准 SKF 为 9 个牌号。其中产量最大、沿用最久、最具代表性的是相当于我国 GCr15 的牌号。其化学成分的规定很相似,见表 1.3-1。

表 1.3-1

标准	牌号	化 学 成 分(质量分数)/%					
		C	Si	Mn	Cr	P _{最大}	S _{最大}
YB(T)1	GCr15	0.95~1.05	0.15~0.35	0.25~0.45	1.40~1.65	0.025	0.025
ASTM A295	52100	0.98~1.10	0.15~0.35	0.25~0.45	1.30~1.60	0.025	0.025
JIS G4805	SUJ2	0.95~1.10	0.15~0.35	0.25~0.45	1.30~1.60	0.025	0.025
DIN 17230	100Cr6	0.90~1.05	0.15~0.35	0.25~0.45	1.35~1.65	0.030	0.025
NF A35-565	100Cr6	0.95~1.10	0.15~0.35	0.25~0.45	1.35~1.60	0.025	0.015

续表 1.3-1

标准	牌号	化 学 成 分(质量分数)/%					
		C	Si	Mn	Cr	P _{最大}	S _{最大}
ISO 683-17	100Cr6	0.93~1.05	0.15~0.35	0.25~0.45	1.35~1.60	0.025	0.025
SKF D33	SKF3	0.95~1.10	0.15~0.35	0.25~0.45	1.35~1.65	0.025	0.015

关于硫含量(质量分数),一般规定为不大于 0.025%,法国 NF 标准、国际标准 ISO(100Cr6 除外)和瑞典 SKF 标准规定为不大于 0.015%。对于真空处理或电渣重熔钢,德国 DIN 标准规定为不大于 0.015%,而法国 NF 标准则规定为不大于 0.008%,美国 ASTM 特殊质量级轴承钢标准也规定为不大于 0.015%。为了提高机加工性能,法国 NF 标准和国际标准 ISO 规定为硫含量(质量分数)为不大于 0.030%,德国 DIN 标准规定为经协议可以供应硫含量较高的钢,美国 ASTM 标准规定作为补充要求,但仍为不大于 0.025%。同时,这些标准对硫含量较高情况下的夹杂物含量也作出了相应的规定。

关于氧含量,美国 ASTM 标准作为补充要求规定为按照与夹杂物含量检验相同的取样方法,不大于 0.0015%,法国 NF 标准规定为成品分析不大于 0.0015%,但在空气条件下冶炼的钢允许的最大值应在订货时协议,国际标准 ISO 和瑞典企业标准 SKF 规定为成品分析不大于 0.0015%。

1.3.1.2 渗碳轴承钢

国外(国际)标准中规定的牌号,美国 ASTM 标准为 10 个牌号、德国 DIN 标准为 3 个牌号、法国 NF 标准为 10 个牌号、国际标准 ISO 为 13 个牌号。

关于硫含量(质量分数),美国 ASTM 标准规定为不大于 0.025%,法国 NF 标准和国际标准 ISO 规定为不大于 0.015%,与其高碳铬轴承钢标准的规定相同,而德国 DIN 标准规定为不大于 0.035%。

关于氧含量,美国 ASTM 标准的规定与其高碳铬轴承钢标准相同,但取样数量和部位,及允许的最大值需经双方协议,法国 NF 标准的规定与其高碳铬轴承钢标准相同,国际标准 ISO 则规定为不大于 0.0020%。

1.3.1.3 不锈钢轴承钢

国外(国际)和我国标准中规定的牌号和化学成分,见表 1.3-2。

表 1.3-2

标准及 牌号	化 学 成 分(质量分数)/%							
	C	Si	Mn	P _{最大}	S _{最大}	Cr	Mo	V
GB 3086								
9Cr18	0.90~1.00	≤0.80	≤0.80	0.035	0.030	17.00 ~19.00	—	—
9Cr18Mo	0.95~1.10	≤0.80	≤0.80	0.035	0.030	16.00 ~18.00	0.40~ 0.70	—
ASTM A756								
440C	0.95~1.10	≤1.00	≤1.00	0.025	0.025	16.00 ~18.00	0.40~ 0.65	—
440C MOD	1.00 ~1.10	0.20 ~1.00	0.30 ~1.10	0.025	0.025	13.00 ~15.00	3.75 ~4.25	—
DIN 17230								
X45Cr13	0.42 ~0.50	≤1.00	≤1.00	0.040	0.030	12.50 ~14.50	—	—
X102CrMo- 17	0.95 ~1.10	≤1.00	≤1.00	0.040	0.030	16.00 ~18.00	0.35 ~0.75	—
X89CrMoV- 18-1	0.85 ~0.95	≤1.00	≤1.00	0.045	0.030	17.00 ~19.00	0.90 ~1.30	0.07 ~0.12
NF A35—565								
X46Cr3	0.43 ~0.50	≤1.00	≤1.00	0.030	0.015	12.50 ~14.50	—	—
X105CrMo- 17	0.95 ~1.20	≤1.00	≤1.00	0.030	0.015	16.00 ~18.00	0.40 ~0.80	—
X89CrMoV- 18-1	0.85 ~0.95	≤1.00	≤1.00	0.030	0.015	17.00 ~19.00	0.90 ~1.30	0.07 ~0.12
ISO 683/17								
X47Cr14	0.43 ~0.50	≤1.00	≤1.00	0.040	0.015	12.50 ~14.50	—	—
X65Cr14	0.60 ~0.70	≤1.00	≤1.00	0.040	0.015	12.50 ~14.50	≤0.75	—
X108CrMo- 17	0.95 ~1.20	≤1.00	≤1.00	0.040	0.015	16.00 ~18.00	0.40 ~0.80	—
X90CrMoV- 18-1	0.85 ~0.95	≤1.00	≤1.00	0.040	0.015	17.00 ~19.00	0.90 ~1.30	0.07 ~0.12