

应用于WELDOX威达和HARDOX悍达钢板的焊材

在本书中，瑞典钢铁奥克隆德有限公司推荐了适用于WELDOX威达结构钢板和HARDOX悍达耐磨钢板的焊材。请注意，本书中所涉及的焊材仅为部分推荐焊材。此外，还有很多适用的焊材就不在书中一一例举。焊材一般分为两类——碳素钢与低合金钢焊材（此类最为常用）和不锈钢焊材。

碳素钢与低合金钢焊材

总体要求

碳素钢与低合金钢焊材必须符合具体的强度标准，其氢含量必须保持在适当的低水平，即每 100 g 焊材中的氢含量应少于 5 ml。

强度

有关适合焊接 WELDOX 威达钢板和 HARDOX 悍达钢板的焊材所适用的强度等级，请参见下一页中的图表。

氢含量

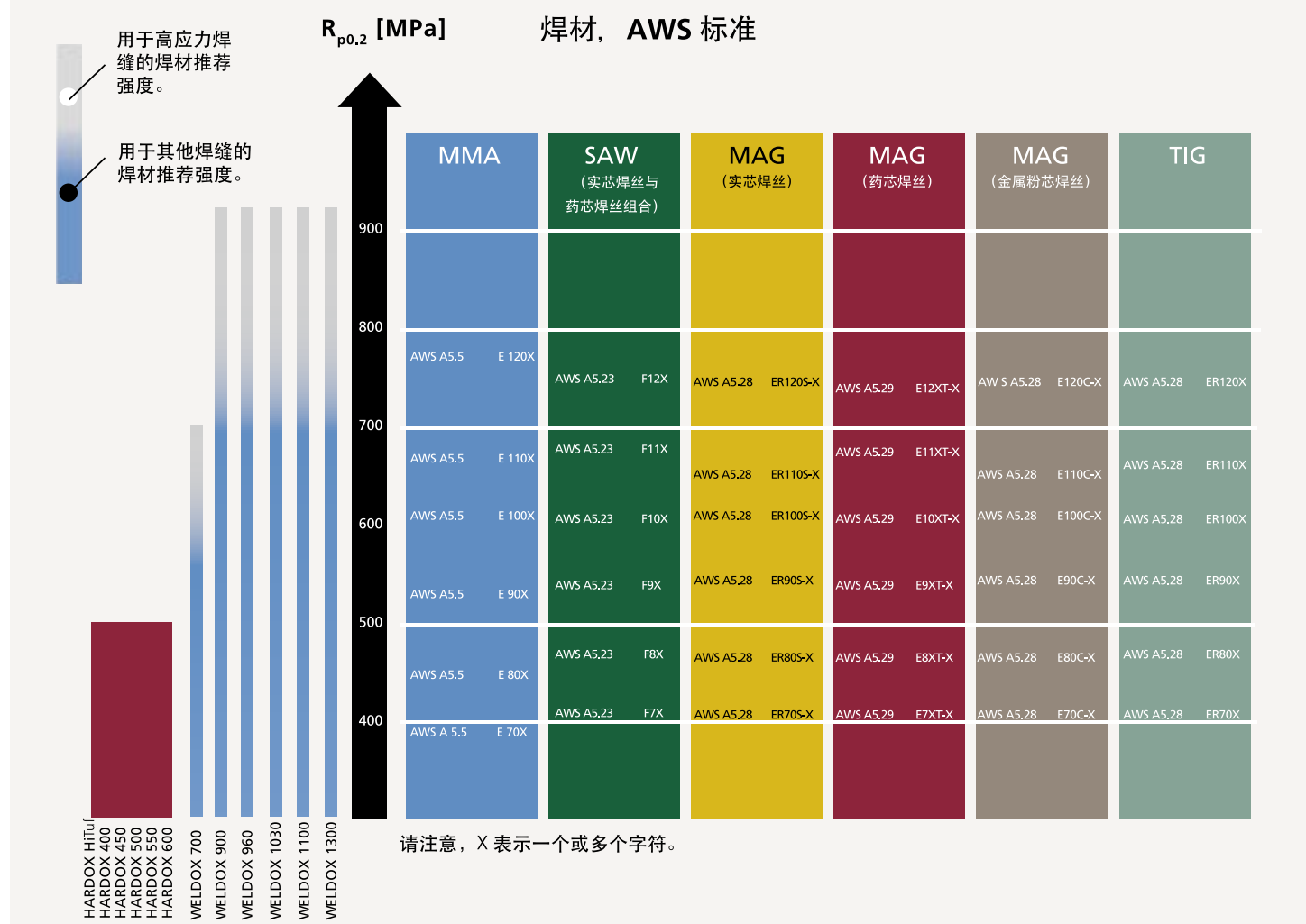
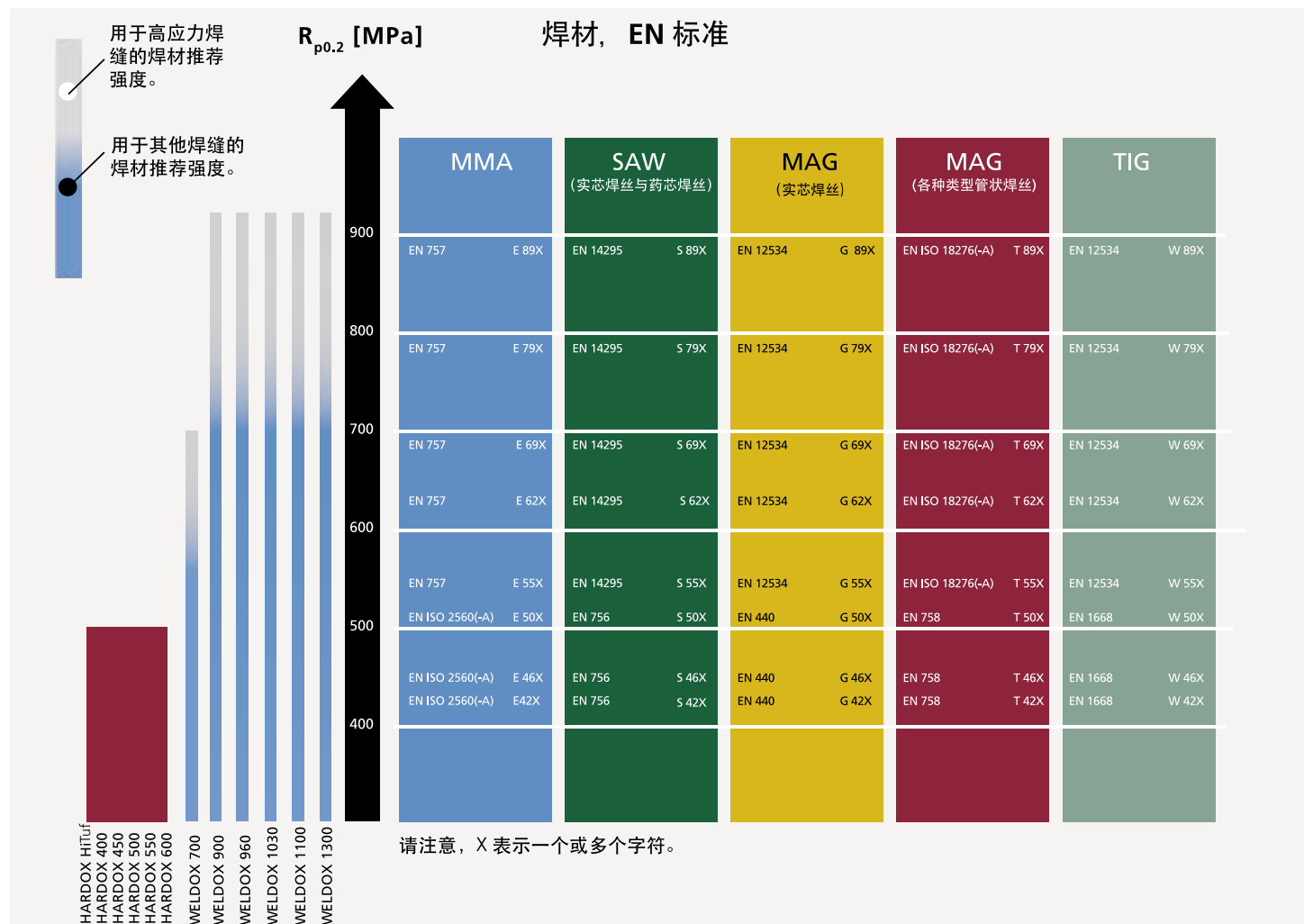
焊材中的氢含量取决于所使用的焊接方法等因素。用于 MAG 的实芯焊丝和TIG 焊接的焊材符合各种类型焊材的氢含量标准。符合氢含量要求的碱性和酸性的药芯焊丝适用于 MAG 焊接。MAG 焊接所使用的金属粉芯焊材含有适量的氢含量。在用于埋弧焊工艺的焊材中，实芯焊丝/碱性焊材可使焊接金属中的氢含量达到足够低的水平。一般来讲，焊材生产商提供相关具体焊材氢含量的信息。此外，瑞典钢铁奥克隆德有限公司也提供有关产品所适用焊材的建议。本书中所推荐的焊材将以焊接方法和强度等级来分类。



作业温度

屈服强度 ($R_{p0.2}$) 不超过 700 Mpa 的焊材的碳当量通常低于母材的碳当量。在这种情况下，焊接时的作业温度由母材确定。

对于屈服强度大于 700 Mpa 的高强度焊材而言，焊材的碳当量在大多数情况下大于母材的碳当量。在这种情况下，还需要考虑焊材的作业温度。对于焊缝内钢板或相关焊材，应使用最高的作业温度。屈服强度超过 700 Mpa 的焊材对于焊接作业温度等因素有特殊的要求，以下将对其单独进行更为详细的阐述。



屈服强度 ($R_{p0.2}$) 大于 700 Mpa 的高强度、低合金焊材

WELDOX 威达 900-1300 钢板经常采用屈服强度约为 750 – 900 Mpa 的焊材。这是目前在市场上强度最高的焊材。

焊材生产厂商通常不注明焊材所需要的作业温度。实际温度可根据“欧洲标准 EN 1011-2, 方法 B”等标准来确定。此外, 瑞典钢铁奥克隆德有限公司根据下表自行对适用焊材的最低作业温度进行了总体估算。如果相关焊材的合金理论相似, 可进行自行估算。

焊材对层间高温具有敏感性。由于焊材中具有马氏体等高强度组织, 因此所有推荐使用的焊材可以产生高强度。由于合金元素的含量高, 因此马氏体在低温条件下会转变。这正是瑞典钢铁奥克隆德有限公司之所以将最高层间温度设置为 175°C 的原因所在。

焊缝处单张钢板厚度 (mm)	最低作业温度 (°C)
< 10	100
10 - 20	125
> 20	150

最低推荐作业温度。

高强度焊材对较高的输入热量具有敏感性。如果输入热量过高, 则会对焊缝的机械性能产生影响。有关允许使用的输入热量, 请参见我们针对相关钢种所推荐的输入热量。一般而言, 通常的焊接条件适用于 WELDOX 威达钢板。

适用低合金焊材的例子

适用低合金焊材的例子

下表中列出针对不同适用焊材的建议。请注意, 列表中的焊材按照屈服强度 ($R_{p0.2}$) 进行排列。事实上, 焊材的屈服强度通常更高。客户可向焊材生产厂商索取有关焊材机械性能的信息。

MAG 实芯焊丝

最低屈服强度 (MPa)	400	470	540	610	680	745
AWS 标准	ER 70S-X*	ER 80S-X*	ER 90S-X*	ER 100S-X*	ER 110S-X*	ER 120S-X*
ELGA	Elgamatic 100 Elgamatic 103	Elgamatic 162	Elgamatic 163	Elgamatic 135 Elgamatic 147		Elgamatic 138
ESAB	OK Autrod 12.51 OK Autrod 12.64	OK Autrod 13.09		OK Autrod 13.13	OK Autrod 13.29	OK Autrod 13.31
LINCOLN	SUPRA MIG SUPRA MIG ULTRA LNM 27	LNT/LNM Ni1 LNT/LNM Ni2,5		LNM Moniva LA-100	LA 100	
OERLIKON	Carbofil 1 Carbofil 1a	Carbofil 2,5 Ni	Carbofil NiMo1	Carbofil NiMoCr		
SAF	NERTALIC 70S NERTALIC 70A	NERTALIC 86		NERTALIC 86		
BÖHLER	EMK 7 EMK 8	NiCu-1G	NiMo 1-IG		NiCrMo 2.5-IG X 70-IG	X 90-IG
THYSSEN	Union K52 Union K56	Union K5 Ni	Union MoNi	Union NiMoCr	Union X 85	Union X90 Union X96

* 请注意, X 表示一个或多个字符。

MAG 管状焊丝

最低屈服强度 (MPa)	400	470	540	610	680	745
AWS 标准	E7XT-X*	E8XT-X*	E9XT-X*	E10XT-X*	E11XT-X*	E12XT-X*
ELGA	DWA 51B				Elgacore 110B	
ESAB	OK Tubrod 15.00 OK Tubrod 15.25				OK Tubrod 15.27	Filarc PZ 6149
LINCOLN	Outershield T55-H					
OERLIKON	Fluxofil 30 Fluxofil 31	Fluxofil 40 Fluxofil 48	Fluxofil 41		Fluxofil 42	Fluxofil 45
SAF	Safdual 31 Safdual 400					
BÖHLER	Kb 52-FD					
THYSSEN	Thyssen TG50B					

* 请注意，X 表示一个或多个字符。

MAG 金属粉芯管状焊丝

最低屈服强度 (MPa)	400	470	540	610	680	745
AWS 标准	E7XT-X*	E8XT-X*	E9XT-X*	E10XT-X*	E11XT-X*	E12XT-X*
ELGA	MXA 100 MX 100T	MXA 55T				
ESAB	Filarc PZ 6102 Filarc PZ 6105R				OK Tubrod 14.03	
LINCOLN	Outershield MC710-H				Outershield MC1100	
OERLIKON	Outershield MC715-H				Fluxofil M42	
SAF	Fluxofil M8 Fluxofil M10	Safdual 202	Safdual 255		Safdual 270	
BÖHLER	Safdual 200 Safdual 206					
THYSSEN	HL 50-FD HL 52-FD					

* 请注意，X 表示一个或多个字符。

高效型焊材

最低屈服强度 (MPa)	399	399	460	530	600	670	740
AWS 标准	E 7016 E 7018	E 7028	E 8016 E 8018	E 9018	E 10018	E 11018	E 12018
ELGA	P48S P51 P62MR	Maxeta 21	P48K P65MR	P70		P110MR Maxeta 110	
ESAB	OK 48.00 OK 48.08 OK 53.68	OK Femax 38.65	OK 73.68 OK 73.15	OK 74.78 FILARC 985		OK 75.75	OK 75.78
LINCOLN	Baso 100 Conarc 48 Conarc 49 Kryo 1	Conarc V180 Conarc V250 Conarc L150	Kryo 1-180 Kryo 1N Kryo 3	Kryo 2 Conarc 60G Conarc 70G		Conarc 80	Conarc 85 Conarc 85-150
OERLIKON	Tenacito Tenacito 38 R	Febacito 160S Ferrocord B250	Tenacito 70 Tenacito 70B	Tenacito 65 Tenacito 65R	Tenacito 75	Tenacito 80	Tenacito 100
SAF	Safer MF48 Safer NF59A Safer Prestige	Safer NF52 Safer NF53	Safer NF59 Safer MD56	Safer ND65	Safer MD70	Safer ND80	Safer ND100
BÖHLER	FOX EV 47 FOX EV 50-W		FOX EV 60 FOX EV 63 FOX EV 65	FOX EV 70 FOX U 80 N	FOX EV 75	FOX EV 85	
THYSSEN	SH Grün K50W SH Grün K52W Phoenix 120K		SH V 370 SH V 1 SH Ni 2 K70	SH Schwarz 3 K Ni	SH Ni2 K90 ThyssenNiMo100	SH Ni2 K100	SH Ni2 K130

SAW 焊丝/粉末组合

最低屈服强度 (MPa)	400	470	540	610	680	745
AWS 标准	ER 70S-X*	ER 80S-X*	ER 90S-X*	ER 100S-X*	ER 110S-X*	ER 120S-X*
ELGA	Elgasaw 251B/ Elgasaw 102					
ESAB	OK Flux 10.71/ OK Autrod 12.20 OK Autrod 12.22	OK Flux 10.62/ OK Autrod 12.24			OK Flux 10.62/ OK Autrod 13.43	
LINCOLN	P 230/L-61 P 230/LNS 133 U Lincolnweld	P 230/LNS140A Lincolnweld 8500/ L-70	P240/LNS151	P230/LNS 168		
OERLIKON	860/L61 OP121TT/	OP121TT/ OE-S2Mo	OP121TT/ OE-S3NiMo1		UV421TT/ Union S3NiMoCr	
SAF	OE-SD3 AS589/AS37**		AS589/AS 40A**			
BÖHLER	BB24/ EMS2		BB24/ 3NiMo 1-UP	BB24/ 3 NiCrMo 2.5-UP		
THYSSEN	UV 420TT / Union	UV421TT/ Union S2NiMo	UV421TT/ Union S3NiMo			

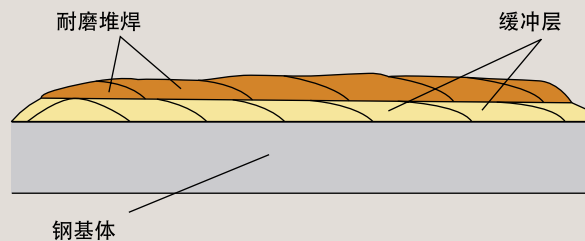
* 请注意，X 表示一个或多个字符。
** 不提供根据相关 AWS 标准对于药芯/焊丝组合进行分类的信息

不锈钢焊材

HARDOX悍达钢板与 WELDOX威达钢板可采用 AWS 307 型号的奥氏体不锈钢焊材进行焊接。这一型号焊材的基本化学成分为：18% Cr, 8% Ni, 6% Mn。使用该型号的焊材进行焊接后，焊缝内抗氢裂和热裂的性能会很好。焊材的金相组织将是奥氏体，从而形成焊材的强韧性。这种类型焊材的屈服强度 ($R_{p0.2}$) 约为 450 – 500 Mpa。

使用此类焊材进行焊接的其他优点包括：

- 焊接所有等级的HARDOX悍达钢板和WELDOX威达钢板时，没有作业温度的要求，即无需达到 +20°C 以上的作业温度（但HARDOX 悍达600钢板除外）。更多内容，请参见瑞典钢铁奥克隆德有限公司所的《焊接》手册。
- 此类焊材适用于将HARDOX悍达钢板和WELDOX威达钢板与其他钢种进行焊接，如：
 - 不锈钢
 - 锰钢
 - 难以焊接的钢种，如：弹簧钢
- 不锈钢焊材也适合作为耐磨堆焊中的缓冲层



AWS 307的同类产品是AWS 309奥氏体不锈钢焊材。不过，与 AWS 307 相比，使用 AWS 309 产生热裂纹的风险较高。有关 AWS 307 焊材，请参见下一页中的列表。

适用不锈钢焊材例子

焊接方法	MMA	MAG, 实芯焊丝	MAG, 药芯管状焊丝	MAG, 金属粉芯管状焊丝
AWS-klass	A5.4: E307-X*	A5.9: ER307		A5.22: E307T-X*
ELGA	Cromarod 307B	Cromamig 307Si		
ESAB	OK 67.45 OK 67.52	OK Autrod 16.95	OK Tubrod 15.34	OK Tubrod 14.71
LINCOLN	Jungo 307 Arosta 307	LNM 307		
AVESTA WELDING	307	307-Si		
SAF	Safinox R 307	Nertalic 51	Safdual 651	
OERLIKON	Citochromax N Citochromax R Citochromax RS	Inertfil 18 8 6	Fluxinox 307 Fluxinox 307-PF	Fluxinox M 307
SANDVIK	18.8.MnR	Sandvik 18.8.Mn Sandvik 18.8.CMn		
BÖHLER	FOX A 7	A 7-IG	A 7-FD	
THYSSEN	Thermanit X Thermanit XW	Thermanit X		

* 请注意，X 表示一个或多个字符。



SSAB Oxelösund
SE-613 80 Oxelösund
Sweden

电话 0155-25 40 00
传真 0155-25 40 73
www.ssabox.com

如果内容中出现歧义和偏差时，请以英国英文版本为准。
www.ssabox.com/publications可通过www.ssabox.com/publications下载最新版本。

本手册中的内容仅为一般性建议。有关建议针对个别案例的适用性，瑞典钢铁奥克隆德有限公司恕不承担任何法律责任。用户应根据实际情况进行必要调整，并自行承担一切后果。