

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 674—1999

火电厂用 20 号钢珠光体球化评级标准

The gradational standard of spherular pearlite
for carbon steel No. 20 used in fossil power plant

1999-08-02 发布

1999-10-01 实施

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布

前 言

本标准是根据原电力工业部 1995 年电力行业标准计划项目(技综[1995]44 号文)的安排制订的。制订本标准的目的,是为了保证火力发电厂金属技术监督范围内的各种碳钢部件的运行安全。

碳素钢系列在电力工业中有着广泛的应用,而该系列中的 20 号钢,更是电站锅炉许多重要部件的主要用材。按 GB 3087 标准供货的 20 号钢无缝钢管用于制造低、中压锅炉管件,按 GB 5310 标准供货的 20G 无缝钢管用于制造高压和更高蒸汽参数的锅炉管件。一般来说,20 号钢主要用于壁温不超过 450℃ 的锅炉受热面管、蒸汽管道和集箱。国外锅炉管件材料中,与按 GB 5310 标准供货的 20G 钢管相类似的主要有德国的 St45.8/II 和日本的 STB42 钢管。美国用 SA 106B 作锅炉联箱和管道,用 SA 210A-1 作水冷壁、过热器及再热器管。

20 号钢在高温长期使用过程中,其组织中的珠光体会发生球化现象,即珠光体中的渗碳体(碳化物)形态由最初的层片状逐渐转变成球状,材料的力学性能也随之下降。球化现象的产生是因为层片状渗碳体的表面能较高,它总是要向能量低的球状渗碳体形状转变。在常温下,由于原子的扩散速度非常缓慢,即使使用很长时间,也不易觉察到这种转变过程。随着温度的提高,原子扩散速度加快,球化过程就变得明显,性能渐趋劣化。因此,长期以来 20 号钢组织中的珠光体球化程度常被广泛地用作使用可靠性的评定判据之一。

本标准的附录 A、附录 B 都是标准的附录。

本标准的附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G 都是提示的附录。

本标准由中国电力企业联合会标准化部提出。

本标准由国家电力公司电站金属材料标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:华东电力试验研究院。

本标准主要起草人:励德成、徐俊、卜永康、沈金坤、刘琦。

本标准由国家电力公司电站金属材料标准化技术委员会负责解释。

目 次

前 言

1 范围	1
2 引用标准	1
3 试样制备	1
4 球化级别评定方法	2
附录 A(标准的附录) 20号钢化学成分	13
附录 B(标准的附录) 20号钢机械性能	14
附录 C(提示的附录) 20号钢常用化学抛光与电解抛光溶液	15
附录 D(提示的附录) 20号钢管高温性能	16
附录 E(提示的附录) 20号钢各个球化级别与其常温性能的相应数据	17
附录 F(提示的附录) 20号钢各个球化级别与其高温短时性能的相应数据	18
附录 G(提示的附录) 20号钢各个球化级别与球状碳化物定量分析相应数据	20

火电厂用 20 号钢珠光体球化评级标准

DL/T 674—1999

The gradational standard of spherular pearlite
for carbon steel No. 20 used in fossil power plant

1 范围

本标准规定了火电厂用 20 号钢珠光体球化的评级方法。

本标准适用于按 GB 3087、GB 5310 标准供货的 20 号钢火电厂管道、管件在高温下长期使用后的珠光体球化等级评定,也适用于用 20 号钢板、条钢、型钢制造的构件在高温下长期使用后的珠光体球化等级评定。

其它与 20 号钢相类似的材料亦可参照执行。

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 699—88	优质碳素结构钢技术条件
GB 713—96	锅炉用碳素钢和低合金钢板
GB 3087—82	低中压锅炉用无缝钢管
GB 5310—95	高压锅炉用无缝钢管
GB/T 13298—91	金属显微组织检验方法
DL 438—91	火力发电厂金属技术监督规程
DL/T 652—1998	金相复型技术工艺导则

3 试样制备

试样制备分为实物取样金相试样和现场复膜金相试样。

3.1 取样金相试样

3.1.1 取样方法

自钢管上切取的试样检验面可为管件的纵截面或横截面,试样应包含管件的整个壁厚截面。对于厚壁管,可制成合适大小的若干个试样,但需包含壁厚的完整截面。火焰切割的管件应完全去除热影响区。

3.1.2 研磨

试样经砂轮平整后,以 180、320、400、500、600 号水砂纸依次粗磨,然后以 01、02、03 号金相砂纸精磨或用金相精磨机磨制。为保证检验面平整,避免研磨时试样边缘出现圆角,试样可用夹具或胶木粉进行镶嵌。

3.1.3 初浸蚀

3.1.3.1 浸蚀液为 3%~5% 硝酸酒精溶液。

3.1.3.2 浸蚀时间约 5s~10s。

3.1.3.3 清洗。

3.1.4 机械抛光与浸蚀

3.1.4.1 宜采用机械抛光法,去除研磨划痕及畸变层,例如用中厚呢绒布加抛光膏(粉)进行,若畸变层较难去除,可采用3~4次抛光—浸蚀交替重复进行。

3.1.4.2 浸蚀。

组织显示采用3%~5%硝酸酒精溶液浸蚀,浸蚀时间约为10s,使试样浸蚀面略呈灰白色即可,随即清洗,吹干。

金相试样制备方法详见GB/T 13298《金属显微组织检验方法》。

3.2 现场金相复膜

3.2.1 研磨

用机械方法完全去除检查面的表面氧化层及脱碳层,然后用打磨工具进行磨制,研磨顺序同3.1.2。

3.2.2 抛光

可根据实际情况及现场条件选择机械抛光、化学抛光或电解抛光。

3.2.3 浸蚀

同3.1.4.2,浸蚀时间可略长一些,使检查面浸蚀程度比取样试样略深。

3.2.4 复膜

3.2.4.1 复膜材料

复膜片可采用厚度为80 μm ~100 μm 醋酸纤维素(AC纸)或其它类似材料,溶剂为丙酮类有机溶剂。

3.2.4.2 复膜制作

在复膜片与金相磨面间充以溶剂,并对复膜片稍加压力,使复膜片与金属表面之间无气泡、无间隙、贴合紧密。

3.2.4.3 复膜样品干燥后,自检查面上小心取下,固定在玻璃板或硬纸板上即可观察。若采用有色复膜材料或以重金属喷涂投影复膜面的方法,可提高复膜样品的对比度。

现场金相复膜制备方法详见DL/T 652—1998《金相复型技术工艺导则》。

4 球化级别评定方法

采用与标准图谱对比的方法,在金相显微镜250倍或500倍的倍率下进行球化级别的评定;必要时,亦可在更高倍率下观察珠光体的细节。

4.1 球化级别

从原始状态至完全球化共分为5个级别,组织特征列于表1。

表1 20号钢珠光体球化组织特征

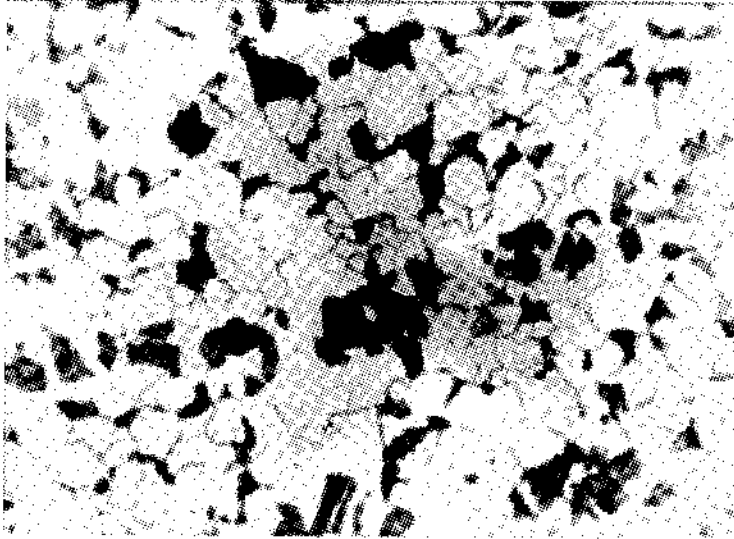
球化名称	球化级别	组织特征	图号
未球化(原始态)	1级	球光体区域中的碳化物呈片状	图1
倾向性球化	2级	珠光体区域中的碳化物开始分散,珠光体形态明显	图2
轻度球化	3级	珠光体区域中的碳化物已分散,并逐渐向晶界扩散,珠光体形态尚明显	图3
中度球化	4级	珠光体区域中的碳化物已明显分散,并向晶界聚集,珠光体形态尚保留	图4
完全球化	5级	珠光体形态消失,晶界及铁素体基体上的球状碳化物已逐渐长大	图5

4.2 评定时,首先在显微镜下将试样作全面观察,选择具有代表性的视场与本标准评级图谱进行比较。在

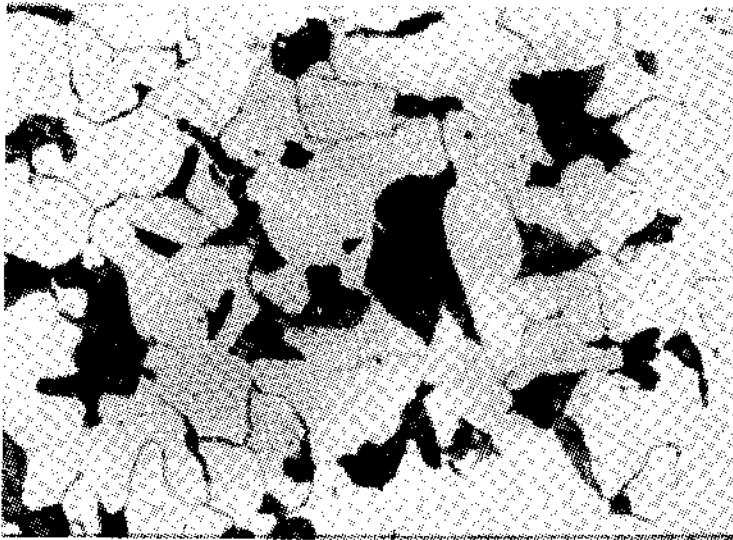
同一检查面上所选择的视场数应不少于3个。

4.3 如所观察到的球化级别介于两个级别之间,允许用半级来表示,如:1.5级、2.5级等。

4.4 若试样中发现有球化不均匀现象,经全面观察后,如属个别现象,而占优势的球化级别视场面积不少于90%,则可以占优势的球化级别作为评定结果;如果不均匀现象较为普遍,则以球化程度严重的球化级别作为评定结果,并以文字表述不均匀性。



a 250×

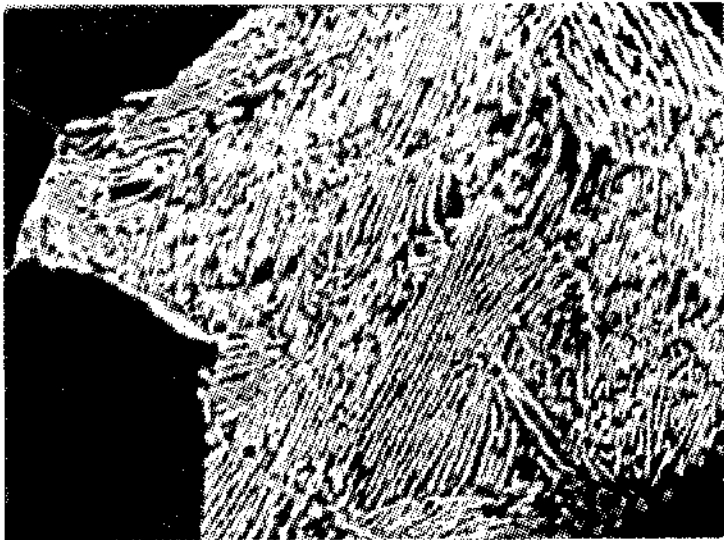


b 500×

图1 1级球化(一)

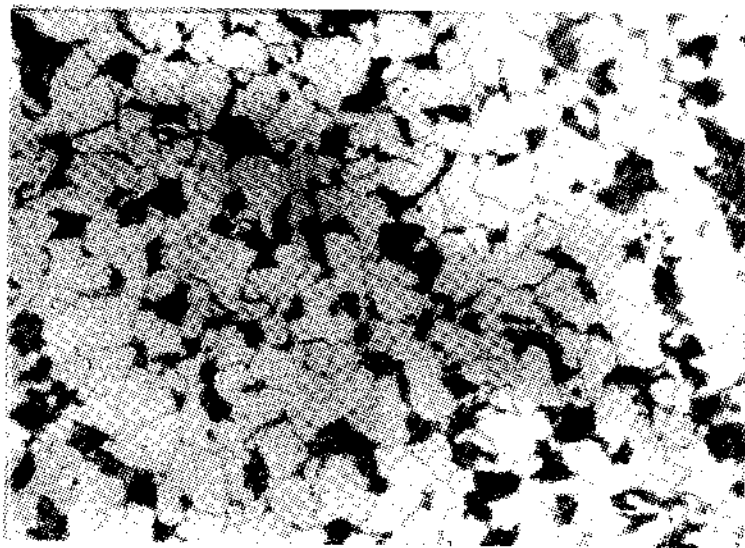


c 1000X

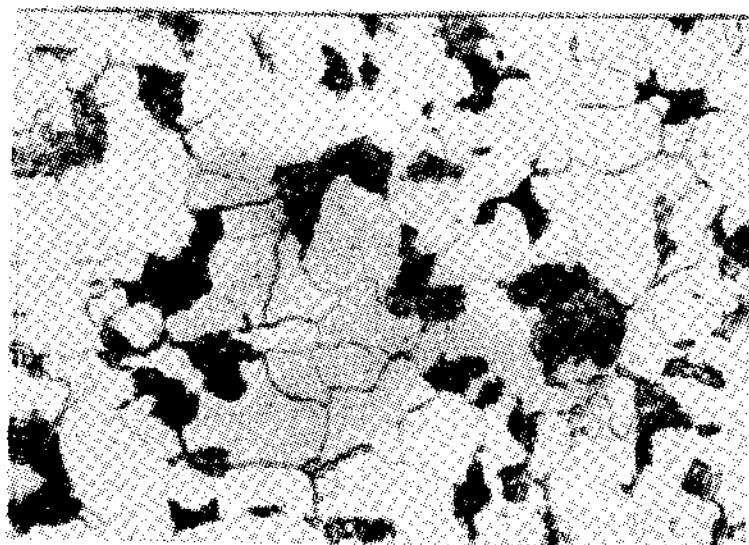


d (4000X)×1.5

图1 1级球化(二)



a 250×

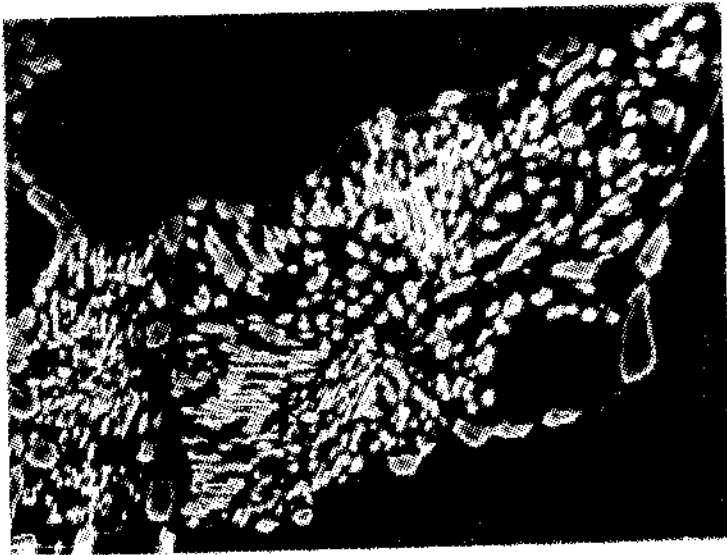


b 500×

图 2 2 级球化(一)

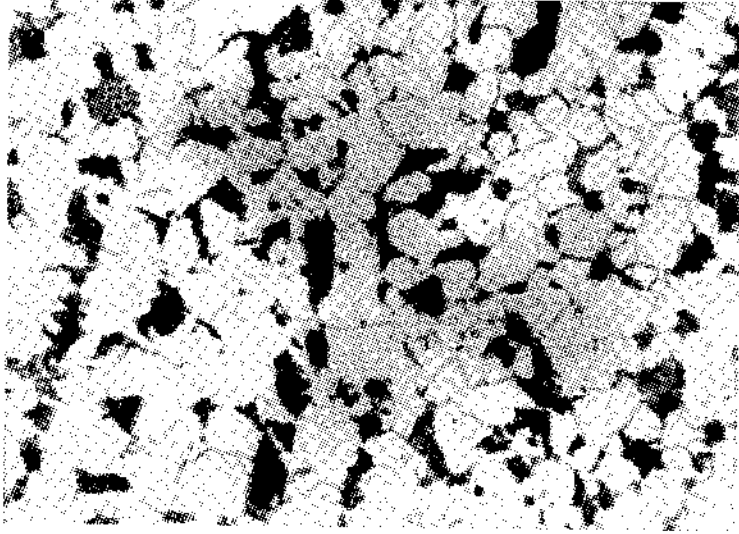


c 1000X

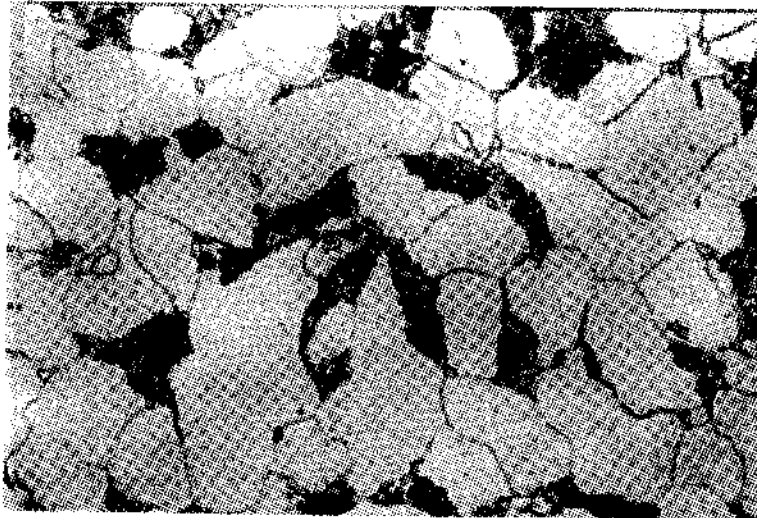


d (4000X)X1.5

图2 2级球化(二)

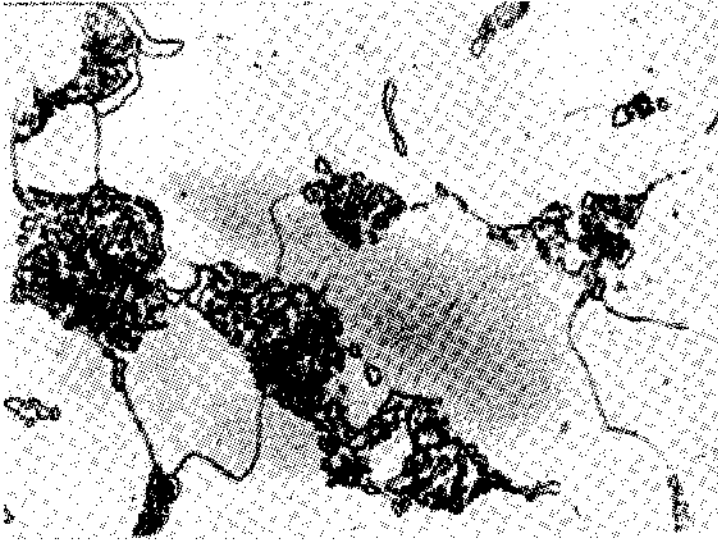


a 250X

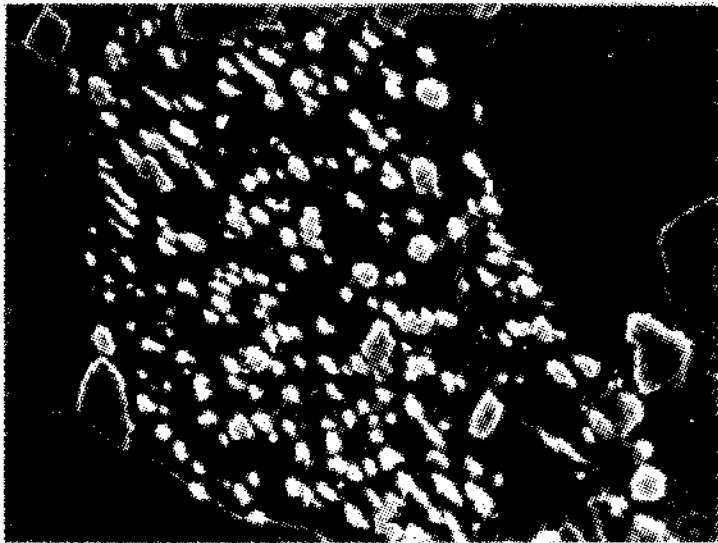


b 500X

图3 3级球化(一)

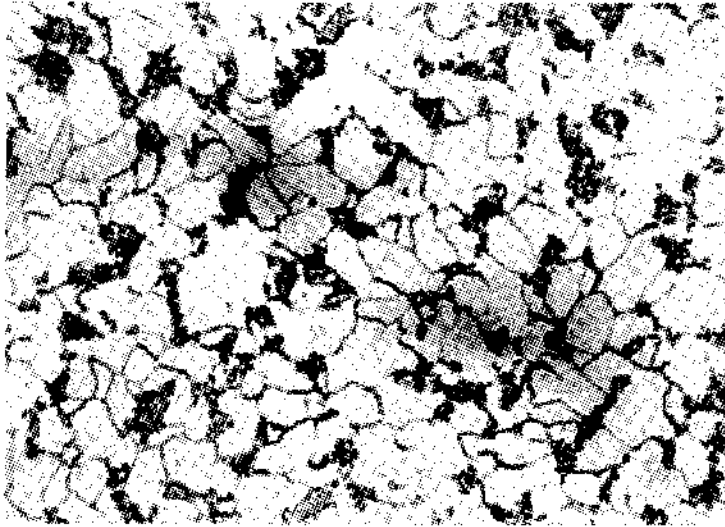


c 1000×

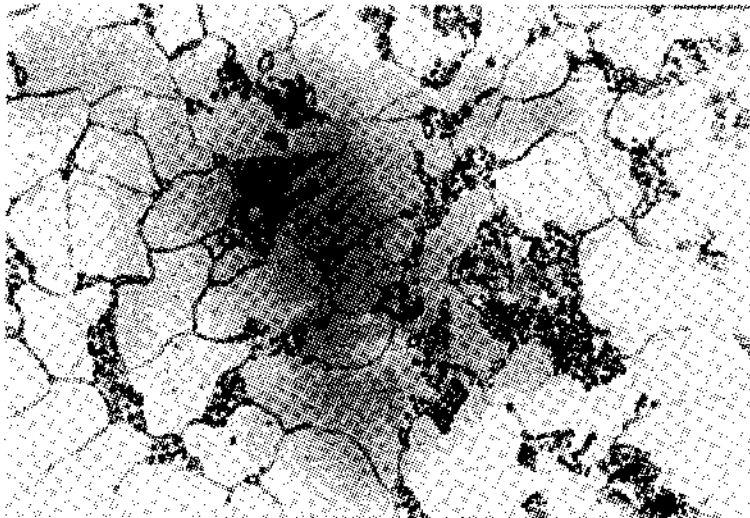


d (4000×)×1.5

图3 3级球化(二)

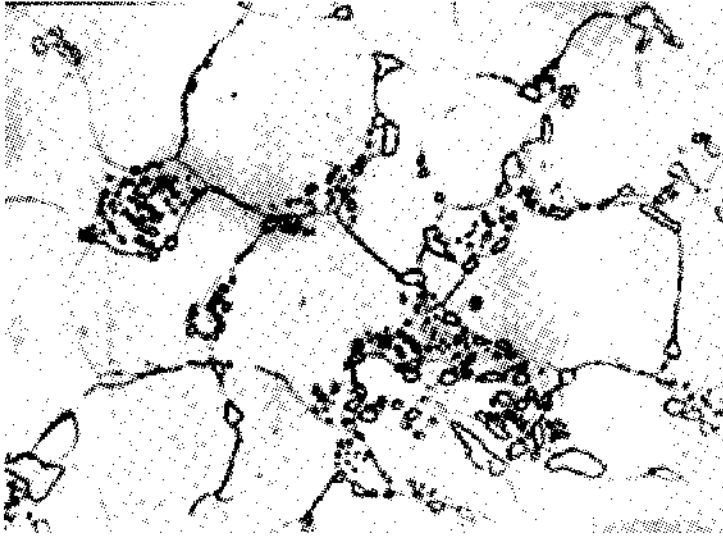


a 250X

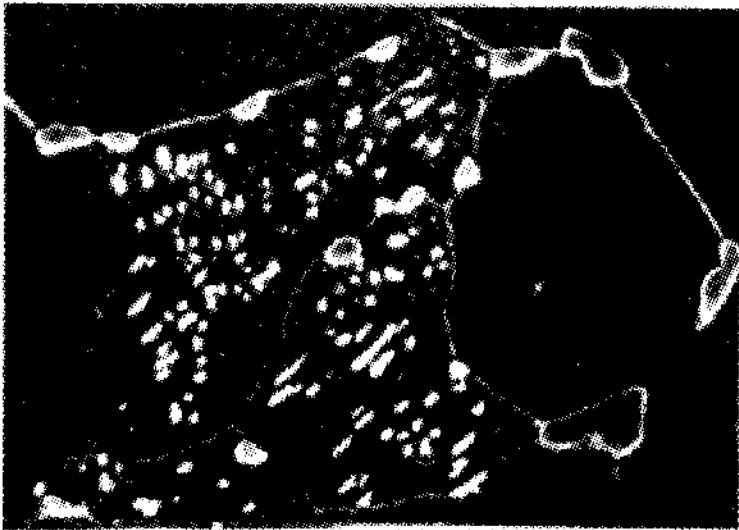


b 500X

图4 4级球化(一)

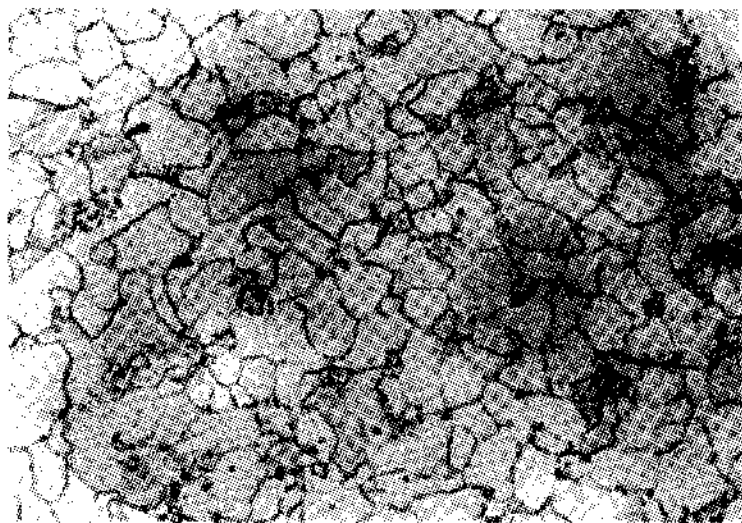


c 1000X

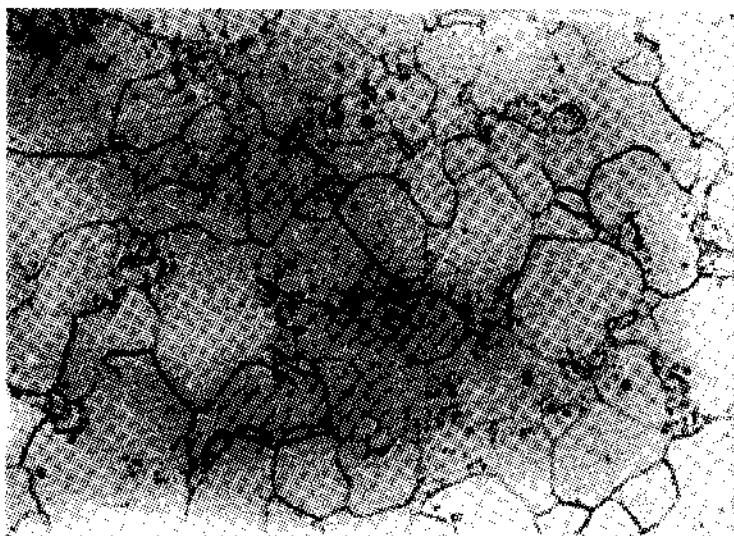


d (4000X)×1.5

图4 4级球化(二)

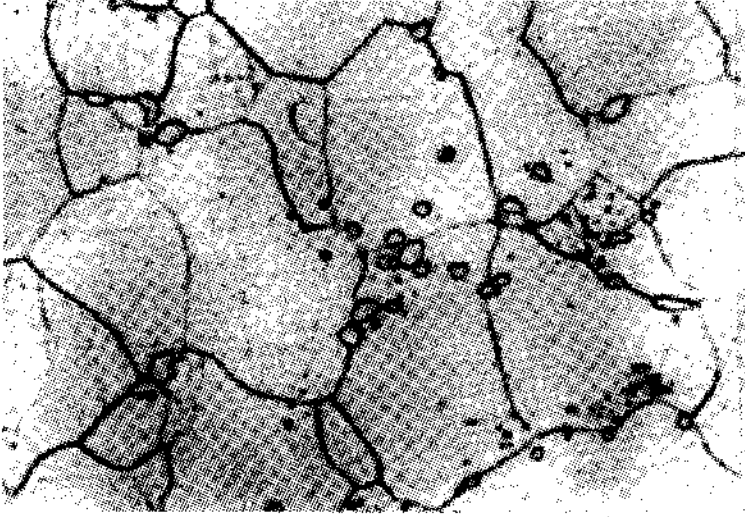


a 250×

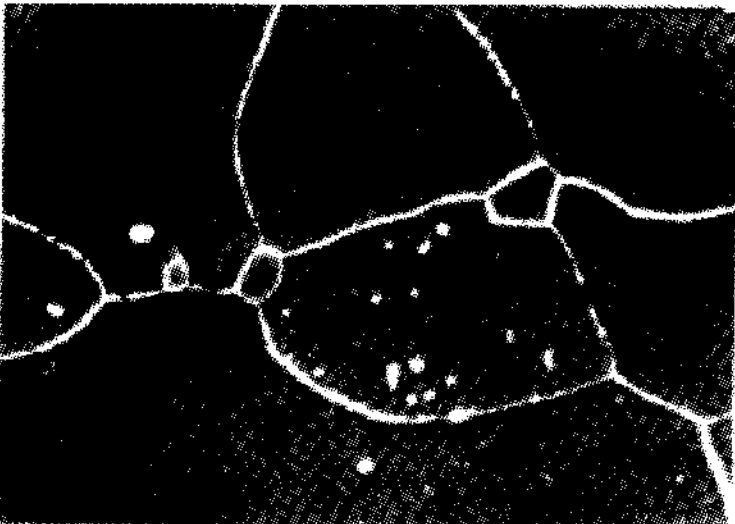


b 500×

图5 5级球化(一)



c 1000×



d (4000×)×1.5

图 5 5 级球化(二)

20 号钢化学成分

表 A1 20 号钢化学成分

%

技术条件	牌 号	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu
					不 大 于				
GB699—88	20	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.035	0.25	0.25	0.25
GB3087—82	20	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.035	0.25	0.25	0.25
GB5310—95	20G	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	0.030	0.030			
GB713—96	20g	≤0.24	0.15~0.30	0.35~0.65	0.035	0.035			

20号钢机械性能

表 B1 20号钢机械性能

技术条件	牌号	产品类型	截面厚度 mm	抗拉强度 σ_b MPa	屈服强度 σ_s	伸长率 δ_5	断面收缩率 ψ	冲击功 A_{kv}	硬 度 HB
					MPa	%		J	
					不小于				
GB699—88	20	条钢	≤ 80	≥ 410	245	25	55		≤ 156 未热处理
			$> 80 \sim 250$			23	50		
GB3087—82	20	钢管	< 15	392~588	245	20			
			≥ 15		226	20			
GB5310—95	20G	钢管	纵 向	410~550	245	24		35	
			横 向	≥ 400	215	22		27	

20 号钢常用化学抛光与电解抛光溶液

表 C1 20 号钢常用化学抛光与电解抛光溶液

抛光方式	成 分	用 量	工 作 条 件
化学抛光	铬酸 硫酸 加水至	500g 150mL 1000mL	室温下,略加搅拌
	双氧水(H ₂ O ₂)(30%) 草酸(H ₂ C ₂ O ₄)(饱和水溶液) 硫酸(d=1.42) 水	22mL 45mL 2mL 加至 100mL	室温下
电解抛光	高氯酸 酒精	15%~20% 80%~85%	电流密度 0.1A/cm ² ~0.3A/cm ²

20 号钢管高温性能(GB 5310—95 附录 A、B)

表 D1 20 号钢管高温性能(GB5310—95 附录 A、B)

热处理状态	试验温度 ℃	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ MPa	持久强度 σ_{10^5} MPa
正火 900℃~930℃	200	≥ 215	
	250	≥ 196	
	300	≥ 177	
	350	≥ 157	
	400	≥ 137	128
	410		116
	420		104
	430		93
	440		83
	450	≥ 98	74
	460		65
	470		58
	480		51
	490		45
	500	≥ 49	39

20 号钢各个球化级别与其常温性能的相应数据

表 E1 20 号钢各个球化级别与其常温性能的相应数据(平均值)

球化级别	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
抗拉强度 σ_b MPa	455	423	416	382	363
屈服强度 $\sigma_{0.2}$ MPa	325	266	262	247	246
伸长率 δ_5 %	35	40	43	43	42
断面收缩率 ψ %	64	69	71	75	74
HB	141	127	126	120	116
显微硬度(铁素体)	124	111	105	100	95

20 号钢各个球化级别与其高温短时性能的相应数据

表 F1 20 号钢各个球化级别与其高温短时性能的相应数据(平均值)

试验温度 ℃	球化级别	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
	机械性能					
250	抗拉强度 σ_b MPa	470	384	386	358	354
	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ MPa	288	185	193	178	189
	伸长率 δ_5 %	20	29	31	30	30
	断面收缩率 ψ %	58	68	69	72	74
300	抗拉强度 σ_b MPa	466	402	399	375	352
	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ MPa	306	188	184	177	173
	伸长率 δ_5 %	24	31	31	27	25
	断面收缩率 ψ %	58	66	67	69	66
350	抗拉强度 σ_b MPa	449	390	384	361	340
	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ MPa	302	180	177	163	161
	伸长率 δ_5 %	32	39	40	39	37
	断面收缩率 ψ %	68	71	73	73	68
400	抗拉强度 σ_b MPa	382	351	341	361	308
	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ MPa	260	183	171	161	154
	伸长率 δ_5 %	37	47	48	46	44
	断面收缩率 ψ %	73	78	78	77	78

表 F1(续完)

试验温度 ℃	球化级别	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
	机械性能					
450	抗拉强度 σ_b MPa	326	291	280	266	260
	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ MPa	231	163	158	149	140
	伸长率 δ_5 %	42	53	58	53	51
	断面收缩率 ψ %	75	81	82	82	83

20 号钢各个球化级别与球状碳化物定量分析相应数据

表 G1 20 号钢各个球化级别与球状碳化物定量分析相应数据

球化级别	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
球状碳化物平均尺寸 μm	1.0391	1.0923	1.2432	1.7906	2.7916
球状碳化物最大尺寸 μm	1.9968	3.3823	3.8785	5.6848	7.6470
球状碳化物面积百分比 %	0.0384	0.2885	0.5920	0.9176	1.2301

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
火 电 厂 用 20 号 钢 珠 光 体 球 化 评 级 标 准
DL/T 674—1999

*

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)
三河实验小学印刷厂印刷

*

1999 年 9 月第一版 1999 年 9 月北京第一次印刷
880 毫米×1230 毫米 16 开本 1.5 印张 41 千字
印数 0001—3000 册

*

书号 155083·45 定价 4.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)