

# 辽宁省金属学会1962年年会 论文选集

第二分册

辽宁人民出版社

1102  
400  
1-2  
1

# 辽宁省金属学会 1962 年年会论文选集

第二分册

辽宁省金属学会编

(内部发行)

辽宁人民出版社

1964年·沈阳

辽宁省金属学会1962年年会论文选集

第二分册

辽宁省金属学会编

☆

---

辽宁人民出版社出版（沈阳市大西路二段同心东里12号）沈阳市书刊出版业营业许可证文出字第1号  
沈阳新华印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

---

787×1092毫米·16印张·2插页·271,000字 印数：1—800 1964年11月第1版  
1964年11月第1次印刷 统一书号：15090·219 定价(10)2.50元

# 前 言

辽宁省金属学会于1962年10月在鞍山召开了1962年年会。会议期间，采矿、选矿、炼铁、炼钢、压力加工、焦化、耐火、有色冶炼、分析检验等九个专业举行了学术报告会，总结了辽宁冶金系统几年来在党的正确领导下，在冶炼科学技术方面所取得的主要成就，交流了学术经验，开展了学术讨论，并决定评选优秀论文出版论文选集。

《辽宁省金属学会1962年年会论文选集》，按专业性质编为六个分册，第一分册（炼铁和焦化专业）和第二分册（炼钢和压力加工专业）委托辽宁人民出版社出版，其余专业由学会自行印刷。

选集由内部发行，供有关专业领导干部和工程技术人员参考。由于缺乏编辑经验，论文中不当与错误之处在所难免，请读者予以指正。

**辽宁省金属学会**

1963年7月

# 目 录

## 炼鋼专业

鋼軌产生分层的原因 .....	廖郁文 孙洪献 (1)
大型固定式平爐結構的改进 .....	李潤章 (19)
傾动式平爐模型試驗 .....	刘子明 (33)
鞍鋼平爐用重油初步經驗 .....	李大公 刘天竹等 (42)
合金結構鋼发紋的研究 .....	程海 (56)
真空电弧熔炼过程的几个基本理論問題 .....	韓耀文 (106)
氫在液态鉄、鎳及鉄—銅、鉄—銅—鎳合金中的溶解度 .....	楊維琛 (132)
超声波对金屬凝固結晶的影响 .....	赵惠田 虞豪瑛 (149)
純鉄中稀土夹杂物形态的研究 .....	李靜媛 (159)

## 压力加工专业

关于 JIC 59—1 棒材断口撕裂問題的研究 .....	丁夫等 (186)
型鋼孔型改进及其討論 .....	赵季堃 (208)
迭軋薄板机械化問題的商榷 .....	湯富麟 (230)
高軋件的表面应力分布 .....	朱泉 (243)

# 鋼軌产生分层的原因

廖郁文 孙洪猷

## 一、前 言

鞍鋼在1957~1960年間，重軌产生分层十分严重。简单經過是这样的：从1957年11月起，用风錘錘鋼軌端部或者落錘击断鋼軌时，常发现鋼軌断面上有分裂現象（如图1），有时在軌腰出現大的鼓泡（图2—1）等，这些缺陷統称“分层”。开始出现分层时，每月罐数不到2%，1959年以后急增，最高达到27%。与此同时，鉄路上因分层而使鋼軌提早作廢者也有出現，損失很大。因此消除缺陷的意义极其重大。

那时重軌的生产过程是这样的：在设计容积185吨傾动式碱性平爐中，用混合煤气，廢鋼——矿石法冶炼，精炼末期，純沸騰時間不少于20分鐘，碱度大于2.2，爐內或罐內用矽錳合金，矽鉄（或錳鉄与矽鉄）和鋁进行脫氧。鋼液在70吨（一炼鋼厂）和90吨（二炼鋼厂）罐內鎮靜5~10分鐘后，澆鑄在5.6吨和8.3吨的上大下小戴保温帽的鋼錠模內。两种鋼錠模的主要技术条件和澆鑄情况見表1。冷錠按表2先凉爐預热，500~550°C以上热錠直接加热到錠溫1300°C，經初軋軋成196×196厘米鋼坯，去切头15%，切尾1.0~1.5%后，再經加热，軋成鋼軌。



图1 鋼軌折断后断面上的分裂現象

早些年間用半鎮靜鋼制重軌時，相當於鋼錠頭部的鋼軌上也曾發現類似的缺陷，但鎮靜鋼軌上出現這類缺陷的情況却一直很少。分層的种类多，各有其產生原因，生產上和試驗室很難正確分別考察，因此增加了缺陷研究的困難，使問題長期未獲解決。

5.6吨与8.3吨鋼錠模的主要技術条件和澆鑄操作 表1

項 目 錠 重 (吨)	鋼錠模的主要技術条件			重 要 澆 鑄 操 作								
	內壁 錐度 (%)	本体 高寬 比	帽內 鋼液 比例 (%)	澆鑄速度		鎮靜(鑄完至 調車)時間		脫帽(鑄完至 脫帽)時間		保 溫 劑		行車速度 公里/ 小时
				本体 (分)	帽部 (秒)	產生分層 前(时,分)	產生分層 时(时,分)	產生分層 前(时,分)	產生分層 时(时,分)	种 类	数量 (公斤/吨)	
5.6	3.0s	2.94	15.0	1'~ 2½"	≥30" ~40"	0°50'	0°20'	1°50'	1°30'	50%石灰 (或白云 石) 50% 魚 炭 或 100% 斯灰	3.0或0.7	<5(5.6 吨与8.3 吨鋼錠相 同)
8.3	3.0	2.93	15.0	1½'~ 3½"	50"~ 80"	1°02'	0°30'	2°20'	1°50'			

重軌冷錠加熱制度 表2

熱 制 度 別	涼爐溫度		預 熱 方 法				總加熱時間(小时,分)			
	產生 分層 前 °C	產生 分層 時 °C	蓄 熱 式 爐		復 座 式 爐		蓄熱式爐		復座式爐	
			產生分層前	產生分層時	產生分層前	產生分層時	產生分 層前	產生分 層時	產生分 層前	產生分 層時
5.6 吨錠	冬季 (蓄式) 550 (復式)	500	1. 关上爐 蓋烟30分鐘 2. 給 550 M <sup>3</sup> 煤氣不給 空氣燒30分鐘 3. 給1000 M <sup>3</sup> 煤氣1000 M <sup>3</sup> 空氣燒30 分鐘 4. 給1500 M <sup>3</sup> 煤氣2000 M <sup>3</sup> 空氣燒30 分鐘	1. 关上爐 蓋烟30分鐘 2. 給1000 M <sup>3</sup> 煤氣不給 空氣燒30分鐘 3. 給2000 M <sup>3</sup> 煤氣2000 M <sup>3</sup> 空氣燒1 小时	1. 关上爐 蓋烟30分鐘 2. 給香煤 燒30分鐘 3. 給香煤 燒30分鐘 3. 給香煤 燒30分鐘	1. 关上爐 蓋烟30分 鐘 2. 給香煤 燒30分鐘 3. 給香煤 燒30分鐘 3. 給香煤 燒30分鐘 煤氣略開風 盤燒30分鐘	9°30'	6°00'	10°30'	6°00'
	夏季 (蓄式) 550 (復式)	700								
8.3 吨錠	冬季 —	400					—	10°00'	—	10°30'
	夏季 —	500								

## 二、分層的种类和特征

根據當時大量試樣檢驗結果，分層可以分為下列几項：

I. 裂縫處有脫炭現象者：有如图2—1、2—2a的鼓泡和平直裂縫等种。從外表看，裂縫界面上成石板狀。它們的分布情況：在鋼軌橫斷面上不規律地通過軌

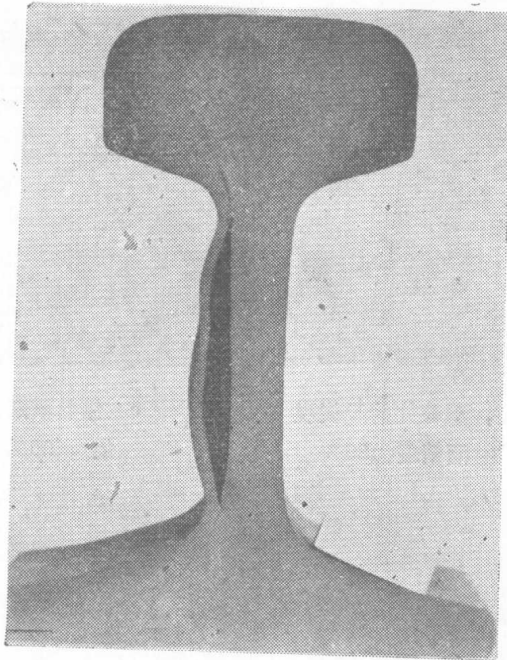


图 2—1 鋼軌的鼓泡（冷錠）

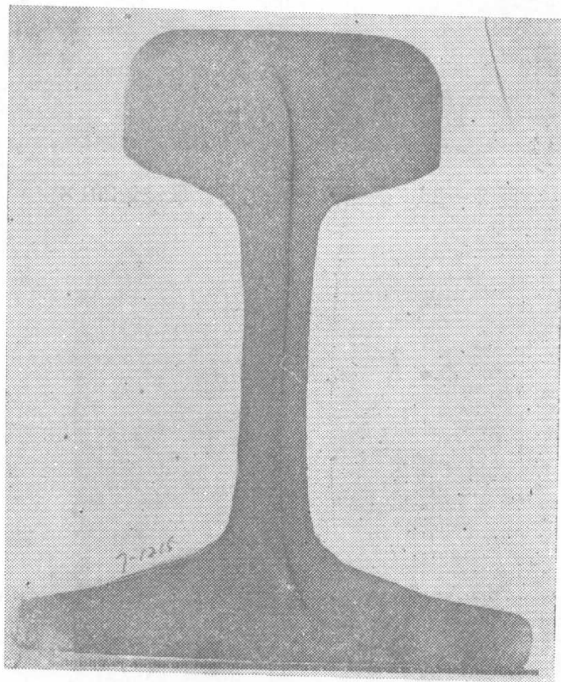


图 2—2a 平直裂縫的热酸侵蝕



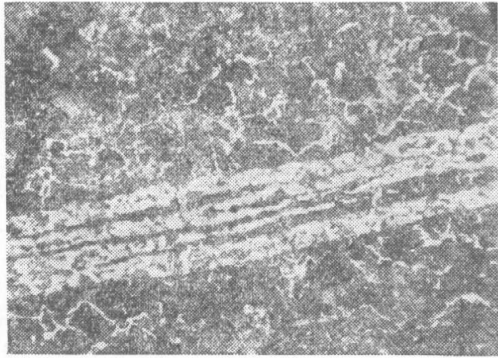


图 2—2b 鋼軌縱断面，裂縫处的脫炭現象，30%硝酸酒精侵蝕86×

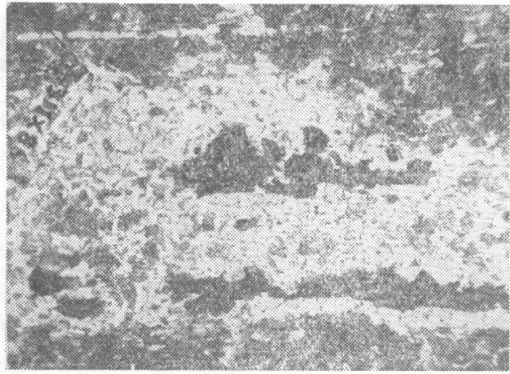


图 2—2c 鋼軌横断面，裂縫处的脫炭現象，30%硝酸酒精侵蝕86×



图 2—2d 裂縫內的氧化圓点未侵蝕201×



图 2—3 裂縫軋入軌腰的鼓泡

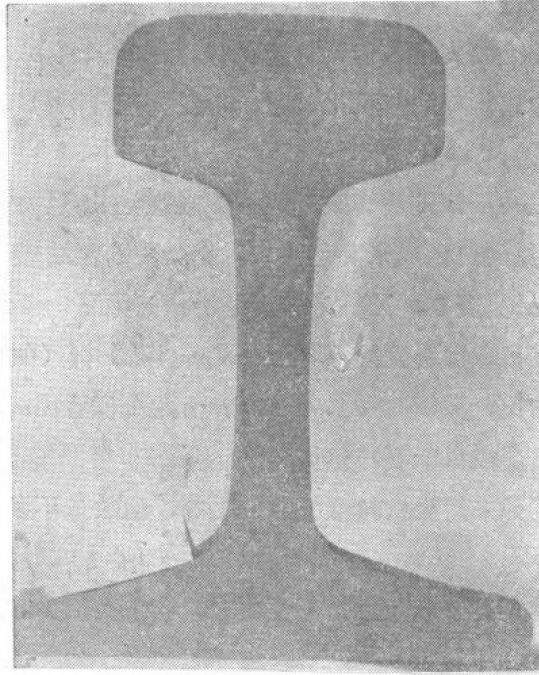


图 2—3a 裂縫軋入軌腰的鼓泡剖面酸浸后情况  
缺陷不是由鋼錠組織的不均匀性或氫气所造成。

腰伸向軌头及軌底。沿鋼軌縱方向鼓泡长达1~2米，平直裂縫則往往貫通到12米以上。裂縫或鼓泡的一端，不一定与鋼錠头部的縮孔相連，而在鋼錠的上中部居多。鼓泡末端帶有慢展的裂縫。金屬檢驗后有下列主要現象：平直裂縫的硫印，鼓泡和裂縫处无偏析，其界面上有如图2—2b，2—2c的脫炭現象和如图2—2d的輕微氧化物圓点等夹杂。个别裂縫內还有如表 3 中的白色粉末，但大部分无显著外来夹杂。鼓泡处含氫約为1.16~2.16毫升/100克，該区（沿鋼軌的縱橫向）冲击值正常（見表 4）。以上說明

个别平直裂縫內白色粉末的化学成分 表 3

成分 含量	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	FeO	S	备 注
%	42.6	9.4	2.9	7.7	6.3	10.0	3.5	1956年檢驗缺陷的数据

鼓泡处的冲击值 表 4

位 置	沿 鋼 軌 縱 向 取 样			沿 鋼 軌 橫 向 取 样			备 注
	試驗溫度	+20°C	0°C	-20°C	+20°C	0°C	
a <sub>k</sub> 公斤-米/毫米 <sup>2</sup>		1.5	1.2	1.6	1.4	1.5	1.12
		2.0	0.99	0.75	1.4	1.0	1.11

I. 裂縫似大型发紋者：在鋼軌橫断面上，相当于鋼錠柱状結晶帶內，沿軋制方向出現位置不定的細裂縫（如图 3—1）。热酸侵蝕后發現除主要裂紋外，还伴生許多細微綫紋。裂縫沿鋼軌縱向长度不深，但可以分布在由同一鋼錠軋出

的任一段鋼軌上。金屬檢驗后，在裂縫處有輕微硫偏析，在裂縫內有微量的氧化物、硫化物、三氧化二鋁和鈣鎂等非金屬夾雜，但無脫炭現象（圖3—2a、b）。裂縫輕微的這種鋼軌在 EMS—60 脈沖式鋼軌疲勞機上試驗，斷裂次數與正常鋼軌差不多。

Ⅱ. 裂縫內有肉眼可見外的夾雜：鋼錠去切頭后的第1段鋼軌出現如圖4—1a的軌腰縱裂縫。縫內有肉眼可見的白色或米黃色粉末。鋼軌斷面經酸侵和硫印后如圖4—1b所示。粉末分析結果見表5，X—光結構分析結果見圖4—2c及表6。為了驗證米黃色粉末的來源，另取混合發熱劑作X—光結構分析（如圖4—2d）。這些夾雜物在顯微鏡下的情況，見圖4—2a，4—2b。由此可以看出：夾雜物主要是鋼渣和保溫劑（石灰和焦炭或白云石與焦炭）。

其他還有如圖5嚴重滴狀偏析或外來耐火材料造成的分層等，但數量不多，不另述。

幾年來生產上出現的分層，以第Ⅱ類為最多，第Ⅰ類次之，第Ⅲ類很少。

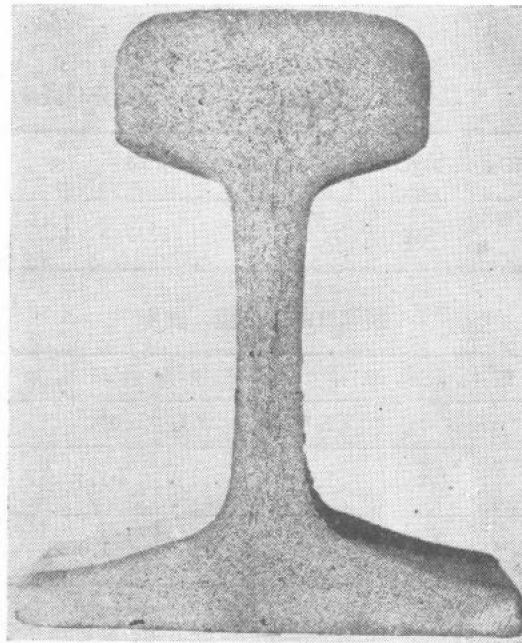


圖3—1 鋼軌斷面上的裂縫似大的發紋

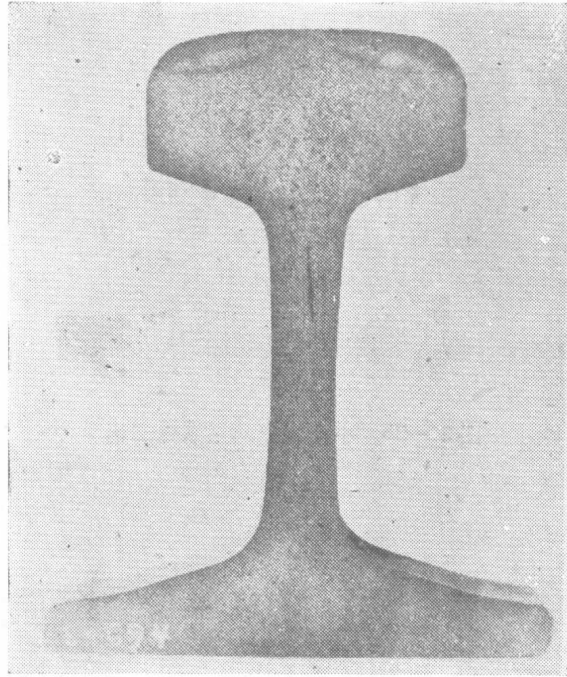


图 3—2 鎮靜時間短产生的裂縫經酸侵后的情形

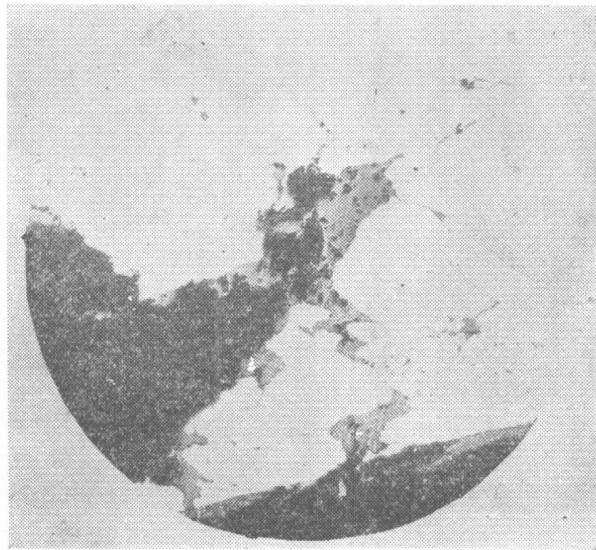


图 3—2a 小裂縫中的氧化物

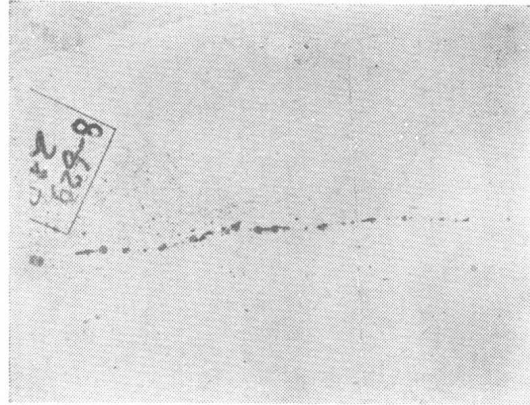


图 3—2b 小裂缝中的三氧化二铝

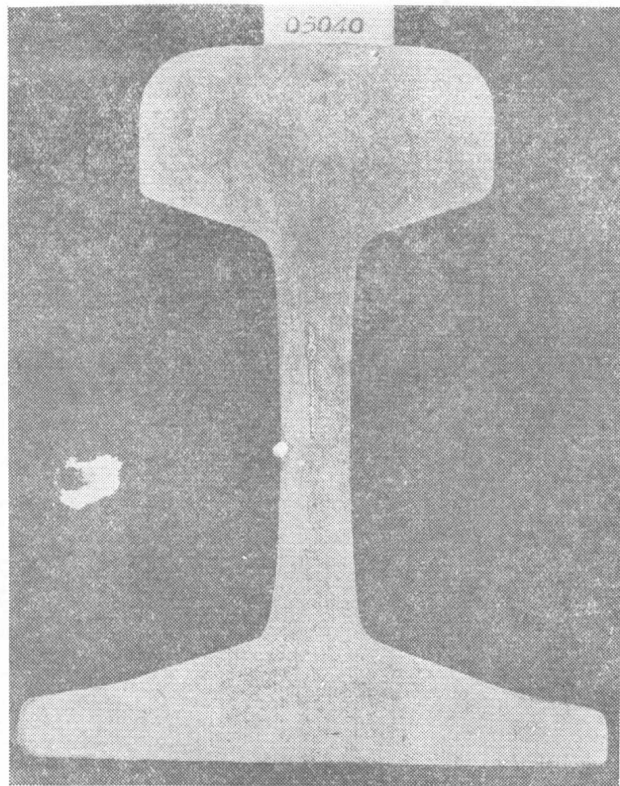


图 4—1a 鋼軌折斷面上的米黄色夹杂



图 4—1b 有米黄色夹杂的鋼軌断面的热酸侵蚀

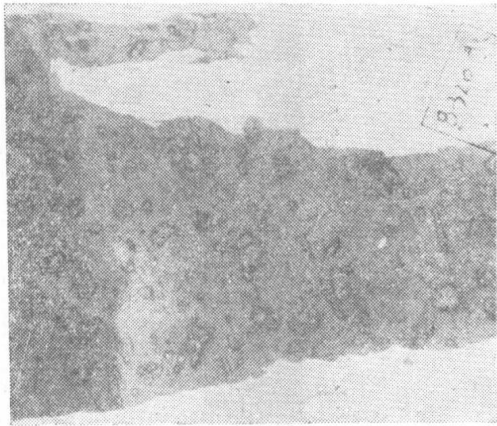


图 4—2a 縫內夹杂物（保温剂）放大80倍

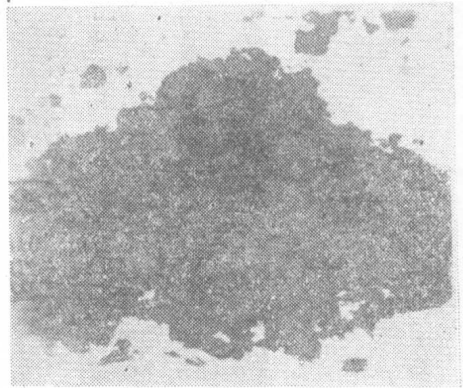


图 4—2b 縫內夹杂（鋼渣）201×



图 4—2c 缝内米黄色粉末的 X—射线

注: 1. MgO, 2. 2-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3. 3CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4. 2-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5. FeO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>



图 4—2d 混合发热剂 (石灰和白云石) 的 X—射线

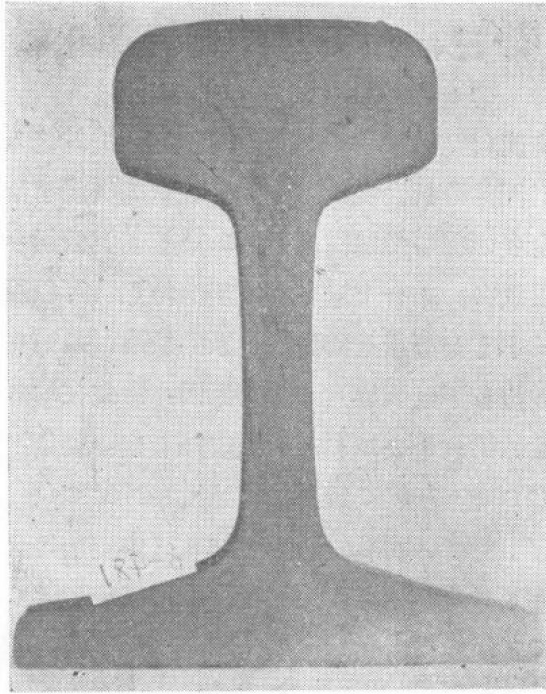


图5 滴状偏析分层钢轨断面的酸侵

白色或米黄色非金属夹杂的化学成分 表5

成 分 测定时期	夹 杂 物 含 量 (按%计)					
	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	FeO
1957~1958年	(32~40)	(26.5~26.8)	(8~9.5)	(11~18)	(1~1.4)	(1~1.2)
	36	26.6	8.7	14.5	1.2	1.2
1959年	—	(10~37)	(20~30)	(6~18)	(2~9)	(11~29)
	—	27.5	25	12	5.5	20

白色或米黄色夹杂物的X—光测定 表6

熔 炼 号	夹 杂 物 的 结 构	夹 杂 物 可 能 来 源
92365	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO (尖晶石)	爐 渣
912335	FeO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, 3CaO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	混 合 发 热 剂



### 三、重軌分层产生的原因

通过不同澆鑄高度(帽部420和390毫米)的热錠和冷錠装入均热爐以及冷錠在均热爐中不同加热時間的分析发现,第Ⅰ类分层全部出現于冷錠装爐条件下,加热時間愈短者分层愈多,而与澆鑄高度无关。第Ⅱ、Ⅲ类分层多出現于热錠装爐,澆鑄高度愈低者分层愈多。結合上述各类分层的特点,可以假定第Ⅰ类分层与冷錠加热制度有关,第Ⅱ、Ⅲ类分层是鑄錠时带来的缺陷,从而覓寻其产生的原因。

第Ⅰ类分层(鼓泡和平直裂縫)产生的原因:冷錠在均热爐內用不同加热制度作比較的两試試驗結果列于表7a和7b。从表7a看出:初期一般加热和初期慢加热类,即錠溫从300°C升至700°C时期加热速度在176°C/小时以下时,或全程加热速度低于97°C/小时者,初軋时未发现穿孔(鋼錠加热太快产生的断裂現象)現象,鋼軌上也无分层。初期快加热者,即錠溫从300°C升至700°C期間加热速度为520°C/小时时,或全程加热速度为128°C/小时者:6錠中有5錠在初軋时出現穿孔現象,这5个穿孔鋼坯軋成鋼軌后,有3坯有分层,其中1錠的第1段鋼軌全部为显微組織脫炭、內壁附灰白色粉末的第Ⅰ类分层所貫通。另2錠的鋼軌有輕微分层迹象。这2錠中一个在相当于縮孔区的位置上有較短的縱裂縫,并有耐火材料,另一个在軌腰部分有一条黑綫,显微組織很正常。在表7b中也看出与表7a有同样的傾向,即全程加热速度大于120°C/小时,鋼軌上都有缺陷。尤其是凉爐溫度升高到700°C,第1、2、3阶段用全煤气量加热者,出現了比图5还严重的第Ⅰ类无偏析有脫炭現象的分层。第1、2加热阶段相应減少

冷錠在均热爐內初期加热速度与重軌分层和軋鋼穿孔的关系 表7a

加热类别	凉爐溫度与燒鋼速度				数 量		鋼軌上的分层	
	凉爐溫度 (°C)	300~700°C 加热速度 (°C/小时)	700~900°C 加热速度 (°C/小时)	全程加热 速度 (°C/小时)	試驗 錠数	軋鋼时 穿孔錠 数	錠数	制 点
初期快加 热 类	550	520	>150	128	6	5	3	1錠的第1段鋼軌为 內壁附灰白色粉末的 分层貫通显微組織有 脫炭現象,另2錠有 輕微分层。
初期一般 加热类	<550	176	150	97	14	0	0	无
初期慢加 热 类	<550	68	67	77	14	0	0	无