

高等学校教学用书

炼 鋼 实 驗 室

北京钢铁工业学院钢冶实验室 編著

出版者的話

本书对实验室平面布置（气体室、夹杂室、金相室、感应炉室等房間的布置），设备的安装，实验操作规程和基本原理都有較詳細的介紹。

本书可供高等学校、中等专业学校筹建炼钢专业实验室和冶金厂炼钢試驗室时参考，也可供高等学校学生进行炼钢实验的参考。同时对从事炼钢、电冶金工作的教师，实验員和研究人員也是有益的讀物。

本书由北京钢铁学院鋼冶实验室全体同志集体編寫，由馬慧玲、章汉亮、吳元增、王自华、刘汉东、肖清安、王惠等同志整理，由屠宝洪、王自华校对。

炼鋼实验室

北京钢铁工业学院鋼冶实验室 編著

1960年6月第一版

1960年6月北京第一次印刷6,025册

开本850×1168·1/32·字数150,000·印张 $6\frac{18}{32}$ ·定价0.76元

統一書号 15062·2191 冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第093号

目 录

概 論	7
一、前言	7
1. 气体室	7
2. 夹杂室	7
3. 冶炼室	7
4. 物理方面的試驗室	8
5. 模型室	8
二、設計中的几个注意事項	8
第一章 鋼中气体分析	12
一、鋼中氮的測定	13
§ 1. 測定的方法和原理	13
§ 2. 儀器的裝置	14
§ 3. 操作步驟	16
二、鋼中氢含量的測定	20
§ 1. 測定鋼中的氢气原理和方法	20
§ 2. 乌克兰型定氢儀的裝置和測定方法	22
§ 3. 真空固体加热固体吸收法定氢儀	31
§ 4. 定氢室的合理布置原則	43
§ 5. 定氢儀安裝的注意事項	45
§ 6. 真空油脂的制做	46
三、鋼中氧的測定	47
§ 1. 測定的方法和原理	47
§ 2. 真空熔化法定氧的儀器裝置和分析过程	47
第二章 鋼中非金属夹杂物的鑑定	57
一、鑑定鋼中非金属夹杂物的方法	57
§ 1. 化学分析法	57
§ 2. 岩相法	59
§ 3. 金相法	59

二、測定碳素鋼和低合金鋼中夹杂物的硫酸盐电 解法.....60

§ 1. 測定碳素鋼和低合金鋼中夹杂物硫酸盐电解法概述.....60

§ 2. 硫酸盐电解法所需要的主要仪器設備.....60

§ 3. 硫酸盐电解法測定碳素鋼和低合金鋼中夹杂物的操
作規程.....64

§ 4. 夹杂物电解分析室的平面布置.....74

三、金相法鑑定鋼中 非金属夹杂物.....76

§ 1. 房間的布置原則.....76

§ 2. 金相高倍檢驗設備選用.....78

§ 3. 金相法鑑定鋼中非金属夹杂物的实验程序.....91

§ 4. 暗室工作..... 116

第三章 感应电爐冶炼..... 122

一、設備的选择..... 122

二、房間的选择..... 123

§ 1. 感应爐室..... 123

§ 2. 原料儲备室..... 125

§ 3. 坩埚打結室..... 126

三、高频感应爐的安装与 調試..... 126

§ 1. 安放的位置..... 126

§ 2. 高频感应裝置的安装..... 127

§ 3. 高频裝置設備的調整与試車..... 129

四、坩埚的制造..... 134

§ 1. 耐火材料的選擇及准备..... 134

§ 2. 工具..... 136

§ 3. 坩埚的制造..... 138

§ 4. 坩埚的干燥..... 145

五、坩埚的安装..... 145

§ 1. 感应器的清理..... 146

§ 2. 坩埚的安装..... 147

六、冶炼設備 及 工具..... 148

§ 1. 爐前工具..... 148

§ 2. 浇注用具.....	148
§ 3. 取样工具.....	149
§ 4. 加热设备.....	150
§ 5. 测温设备.....	150
七、开 爐.....	150
§ 1. 冶炼前的准备与设备检查.....	150
§ 2. 装料及料的熔化.....	151
§ 3. 冶炼操作.....	152
§ 4. 冶炼过程中注意事项.....	154
八、爐子的使用和 维护	154
§ 1. 电气部份.....	154
§ 2. 感应器、坩埚的维护.....	156
九、人員的配备.....	157
第四章 浇注实验	158
一、建立浇注实验室应注意的几个问题.....	158
二、实验设备和 材 料.....	159
§ 1. 设备.....	159
§ 2. 材料.....	163
三、实验内容.....	164
§ 1. 关于缩孔问题的试验.....	164
§ 2. 翻倒实验.....	172
§ 3. 关于注钢水力学试验.....	174
四、其他.....	175
§ 1. 在这样的实验室内工作时要注意的几个问题.....	175
§ 2. 粘有石蜡设备的清洗.....	175
第五章 侧吹轉爐水力学模型实验	177
一、侧吹轉爐水力学模型实验室建立的必要性.....	177
二、侧吹轉爐模型中相似条件.....	178
§ 1. 爐腔中水力学过程相似.....	178
§ 2. 熔池中水力学过程相似.....	181
§ 3. 几何相似.....	184

§ 4. 流量計算.....	184
三、有机玻璃模型的制作.....	189
§ 1. 模型构造的一般原理.....	189
§ 2. 有机玻璃模型的制作.....	190
四、側吹轉爐水力学模型实验室的房間布置与設備选 选.....	195
§ 1. 房間平面布置.....	193
§ 2. 水力学模型实验室設備.....	197
五、水力模型与空气模型的选择及研究方法.....	202
§ 1. 水力模型与空气模型的选择.....	202
§ 2. 側吹轉爐水力模型的研究方法.....	203
§ 3. 側吹轉爐空气模型的研究方法.....	204
§ 4. 模型內速度及压力的測量.....	205
六、側吹轉爐水力学模型实验.....	205
参考書目.....	208

高等学校教学用书

炼 鋼 实 驗 室

北京钢铁工业学院钢冶实验室 編著

出版者的話

本书对实验室平面布置（气体室、夹杂室、金相室、感应炉室等房間的布置），设备的安装，实验操作规程和基本原理都有較詳細的介紹。

本书可供高等学校、中等专业学校筹建炼鋼专业实验室和冶金厂炼鋼試驗室时参考，也可供高等学校学生进行炼鋼实验的参考。同时对从事炼鋼、电冶金工作的教师，实验員和研究人員也是有益的讀物。

本书由北京鋼鐵学院鋼冶实验室全体同志集体編寫，由馬慧玲、章汉亮、吳元增、王自华、刘汉东、肖靖安、王惠等同志整理，由屠宝洪、王自华校对。

炼鋼实验室

北京鋼鐵工业学院鋼冶实验室 編著

1960年6月第一版

1960年6月北京第一次印刷6,625册

开本850×1168·1/32·字数150,000·印张 $6\frac{18}{32}$ ·定价0.76元

統一書号 15062·2191 冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第093号

目 录

概 論.....	7
一、 前 言.....	7
1. 气体室.....	7
2. 夹杂室.....	7
3. 冶炼室.....	7
4. 物理方面的試驗室.....	8
5. 模型室.....	8
二、 設計中的几个注意事項.....	8
第一章 鋼中气体分析.....	12
一、 鋼中氮的測定.....	13
§1. 測定的方法和原理.....	13
§2. 儀器的裝置.....	14
§3. 操作步驟.....	16
二、 鋼中氢含量的測定.....	20
§1. 測定鋼中的氢气原理和方法.....	20
§2. 乌克兰型定氢儀的裝置和測定方法.....	22
§3. 真空固体加热固体吸收法定氢儀.....	31
§4. 定氢室的合理布置原則.....	45
§5. 定氢儀安裝的注意事項.....	45
§6. 真空油脂的制做.....	46
三、 鋼中氧的測定.....	47
§1. 測定的方法和原理.....	47
§2. 真空熔化法定氧的儀器裝置和分析过程.....	47
第二章 鋼中非金属夹杂物的鑑定.....	57
一、 鑑定鋼中非金属夹杂物的方法.....	57
§1. 化学分析法.....	57
§2. 岩相法.....	59
§3. 金相法.....	59

二、測定碳素鋼和低合金鋼中夹杂物的硫酸盐电 解法...60

§ 1. 測定碳素鋼和低合金鋼中夹杂物硫酸盐电解法概述.....60

§ 2. 硫酸盐电解法所需要的主要仪器設備.....60

§ 3. 硫酸盐电解法測定碳素鋼和低合金鋼中夹杂物的操
作規程.....64

§ 4. 夹杂物电解分析室的平面布置.....74

三、金相法鑑定鋼中非金屬夹杂物.....76

§ 1. 房間的布置原則.....76

§ 2. 金相高倍檢驗設備選用.....78

§ 3. 金相法鑑定鋼中非金屬夹杂物的實驗程序.....91

§ 4. 暗室工作..... 116

第三章 感应电爐冶炼..... 122

一、設備的選擇..... 122

二、房間的選擇..... 123

§ 1. 感应爐室..... 123

§ 2. 原料儲備室..... 125

§ 3. 坩堝打結室..... 126

三、高頻感应爐的安裝与調試..... 126

§ 1. 安放的位置..... 126

§ 2. 高頻感应裝置的安裝..... 127

§ 3. 高頻裝置設備的調整与試車..... 129

四、坩堝的制造..... 134

§ 1. 耐火材料的選擇及准备..... 134

§ 2. 工具..... 136

§ 3. 坩堝的制造..... 138

§ 4. 坩堝的干燥..... 145

五、坩堝的安裝..... 145

§ 1. 感应器的清理..... 146

§ 2. 坩堝的安裝..... 147

六、冶炼設備及工具..... 148

§ 1. 爐前工具..... 148

§ 2. 浇注用具.....	148
§ 3. 取样工具.....	149
§ 4. 加热设备.....	150
§ 5. 测温设备.....	150
七、开 爐.....	150
§ 1. 冶炼前的准备与设备检查.....	150
§ 2. 装料及料的熔化.....	151
§ 3. 冶炼操作.....	152
§ 4. 冶炼过程中注意事项.....	154
八、爐子的使用和维护.....	154
§ 1. 电气部分.....	154
§ 2. 感应器、坩埚的维护.....	156
九、人员的配备.....	157
第四章 浇注实验	158
一、建立浇注实验室应注意的几个问题.....	158
二、实验设备和材料.....	159
§ 1. 设备.....	159
§ 2. 材料.....	163
三、实验内容.....	164
§ 1. 关于缩孔问题的试验.....	164
§ 2. 翻倒实验.....	172
§ 3. 关于注钢水力学试验.....	174
四、其他.....	175
§ 1. 在这样的实验室里工作时要注意的几个问题.....	175
§ 2. 粘有石蜡设备的清洗.....	175
第五章 侧吹转爐水力学模型实验	177
一、侧吹转爐水力学模型实验室建立的必要性.....	177
二、侧吹转爐模型中相似条件.....	178
§ 1. 爐腔中水力学过程相似.....	179
§ 2. 熔池中水力学过程相似.....	181
§ 3. 炉门相似.....	184

§ 4. 流量計算.....	184
三、有机玻璃模型的制作.....	189
§ 1. 模型构造的一般原理.....	189
§ 2. 有机玻璃模型的制作.....	190
四、侧吹轉爐水力学模型实验室的房間布置与設備选 选.....	195
§ 1. 房間平面布置.....	193
§ 2. 水力学模型实验室設備.....	197
五、水力模型与空气模型的选择及研究方法.....	202
§ 1. 水力模型与空气模型的选择.....	202
§ 2. 侧吹轉爐水力模型的研究方法.....	203
§ 3. 侧吹轉爐空气模型的研究方法.....	204
§ 4. 模型內速度及压力的測量.....	205
六、侧吹轉爐水力学模型实验.....	205
参考書目.....	208

概 論

一、前 言

實驗是師生理論聯系實際的重要環節。

實驗室是進行實驗和科研的重要場所，因此，實驗室的設立必須滿足教學和科研的需要。設計應按專門化的劃分和學生的人數來進行，我們介紹的是供60人用的煉鋼，電冶專門化實驗室。

要想滿足教學和科研的需要，我們認為應有下列幾個實驗室：

1. 氣體室

- 1) 定氫室
- 2) 定氮室
- 3) 定氧室

以上三個實驗室可設在同一房間內，當然更理想的是各設在單獨一個房間內。

2. 夾雜室

- 1) 電解法室
- 2) 氯化法室
- 3) 金相室
- 4) 岩相室

金相室和岩相室可以設在一個房間內。

鋼中氣體和夾雜的測定是研究鋼質量的重要基礎。

3. 冶煉室

- 1) 感應爐室——30KVA的爐子一個就夠了，溫度在1600℃左右。

2) 真空感应爐室——5—10公斤爐子一个, 真空度 $10^{-3} \sim 10^{-6}$ 毫米水銀柱。

3) 真空电弧爐室——2~5公斤的爐子一个。

4) 电渣爐室——連續式的一个5~10公斤。

5) 托曼爐室——50 KVA 单相, 2~7公斤, 溫度規格最高达2500℃。

4. 物理方面的試驗室

1) 水力学模型室: 有轉爐水力学, 平爐水力学, 浇注水力学。

2) 渣的粘度和表面张力 測定試驗室, 可以設在托曼爐室內。

旋轉坩堝等平衡裝置, 可以設在感应爐室也可以裝在托曼爐室。

5. 模型室

室內可陈列平爐、轉爐、电爐、混鉄爐等木制或透明胶板的模型, 此外还可陈列平爐各种爐头, 換向裝置, 鋼錠废品, 各种鋼的切片, 耐火材料的原料及制品, 鉄合金和造渣剂等。模型試驗室对非專門化同学講課时很方便。

化学分析室是否需要看学校的条件而定, 如果中心試驗室的分析能力很强, 样品不积压的話可以不必另設, 因为化学分析最好每人分析一二个元素, 才能做到又准又快。

有电冶專門化的还应設立电气試驗室。

二、設計中的几个注意事項

天平室的位置应在电解夹杂分析室和定氮室附近, 因为天平室主要为这二室服务, 天平室要求防尘防震, 地面用水磨石或上腊地板, 台子可用水磨石的, 室內要装日光灯, 以便晚上工作。

电解夹杂室, 一定要有通风柜, 但通风柜不应裝在天平室的

隔墙上，以免振坏天平。本室要求灰尘特别少，否则影响分析的准确性，光线要好，要装日光灯，以便晚上工作。地面上有直接通下水道的孔洞，以便每天洗刷地面。

氯法定夹杂试验室，通风应良好，墙上装有地面抽风机，氯气排出管必须通到室外。原料室宜大一些（40M²），感应爐要用大量磁选过的镁砂和大量品种多样的原材料，原料都装在木箱内，箱上插好原材料名称和成分的标签，不得紊乱，原料间要接近通往室外的大门，运输方便些。

坩埚打结室必须远离有粘密仪器设备的屋子，镁砂、水玻璃等可以存放在这里。

定氮室溶解钢样时一定要通风柜周围大气中CO气及含N₂的硝酸和氮等气体要少，否则影响分析的正确度，定氮室光线要明亮，滴定台宜用白色磁砖砌成，室内装日光灯，便于晚上工作。

定氧和定氢室注意室内水银蒸汽，壁上装抽风机，并有吸收地面气体的抽风机，地面设有水沟，地面都用水磨石的，便于每天拖扫，地面墙角应有弧度，试验台尽量不靠墙放置，最好不用柜型试验台以便易于冲刷水银。

显微镜室也要远离震动的地方，进入室内的人数不宜过多，必须注意尘土，磨样室和砂轮等都要分别隔开。

暗室必须有强有力的抽风机，否则室内水汽太多，电气设备生锈并漏电，很不安全。

实验室仓库要有足够大，要有装贵重设备和药品的柜子，酸碱等，根据相互作用的剧烈与否分别存放。易燃或爆炸品不得放在仓库内，汽油、苯等也要特别注意存放，有剧毒的药品由全校统一管理，不得存在实验室。

氧气瓶要有固定放的架子，必须远离发热和易燃的地方。

熔炼室一定要考虑抽风机，电扇等设备，以防夏天太热，感应爐的电源电压必须波动不大，如果电压过低，磁开关有时吸不

上，溫度也提不高，熔化鋼料很困难，同时在低压下操作真空管等設備容易损坏。感应爐用水的压力一定要足够否則不能开爐（ 2 kg/cm^2 ），感应爐的接地裝置应按說明書規定（ $< 4 \Omega$ ）必須严格遵守比較合适，楼上因要挖变压器的油槽，地面得特別升高一市尺，原材料运输也很不方便，水压也比楼下的低。熔炼室經常三班倒，室内要装日光灯。

除天平室、显微鏡室、仓库外，室内都应有上下水道和水池，洗墩布水池，每个室都要有专用的电閘。

除天平室、金相室、办公室、試講室和資料室外应有煤气管道。

資料室是存放教研組教学科研資料，和教师备課的地方。

試講室是供教研組教学活动，开会等用。

办公室是教研組主任，實驗室主任办公和对外接待的地方，在夹杂室、电气室、感应爐室、定 O_2 、 N 、 H 、水力学模型室、磨样室、办公室、試講室均要有玻璃黑板，以便向同学講授实验。

感应爐室	托斯爐室	定氮室	分析 气体 析室	定氮室	浇注室	样品 准室	磨电室	照像室	显微鏡室	丁暗室	金相 夹杂 研究	定物室	模型室
	真空 感应 爐室	真空 电弧 爐室	电气室	电解 夹杂 物室	天称室	氮化法室	水力学室		办公室	实验 倉庫	試講室	資料室	

图 1

設備数量应尽可能使同学实验时每人一套，独立地完成实验。另外要考虑科研的需要，房間大小、設備数量要打寬一些，将来增添設備或增加实验人数就有調节的余地。

表 1

炼钢专业实验室各房間的尺寸大小及人員配备表

名	称	面积	用水量	用电量	煤气要否	通风要求	地面要求	人	員	配	备
熔 炼 组	打原	2×5	水池一个	普通室内灯光	有	一般	水泥	1 (初中)	1 (高小)	大学专业者: 冶炼专业大学 毕业 1 人 电气 1 人	大学专业者: 冶炼专业大学 毕业 1 人 电气 1 人
	砂	5×5	水池一个	普通室内灯光	有	一般	水泥	2 (初中)	2 (高小)		
	坩	7×5	水池一个	普通室内灯光	有	特别好	水泥	8 (冶炼中技 2, 电气 1, 初中一高小 5)			
	埴	7×5	水池一个	普通室内灯光	有	良好	水泥	4 (冶炼中技 1, 初中一高小 3)			
	感应电	7×5	水池一个	普通室内灯光	有	良好	水泥	4 (冶炼中技 1, 初中一高小 3)			
	电	5×5	水池一个	普通室内灯光	有	良好	水泥	1 (电气中技 1 人)			
气 体 组	电	5×5	水池一个	普通室内灯光	有	良好	水泥	3 (冶炼中技 1 人, 初中一高小 2)		冶炼大学专业 毕业 1 人	冶炼大学专业 毕业 1 人
	定	5×6.5	水池一个	普通室内灯光	有	特别好	水磨石	2 (中技 1 人, 初中 1 人)			
	气	5×8	水池一个	普通室内灯光	有	特别好	水磨石	2 (中技 1 人, 初中 1 人)			
夹 杂 组	定	5×6.5	水池一个	普通室内灯光	有	一般	水磨石	2 (中技 1 人, 初中 1 人)		化学大学专业 毕业 1 人 冶炼大学专业 毕业 1 人	化学大学专业 毕业 1 人 冶炼大学专业 毕业 1 人
	天	7×8	水池一个	普通室内灯光	有	良好	水磨石	4 (化学中技 1, 初中 3)			
	解	7×2.5	水池一个	普通室内灯光	有	良好	水磨石	1			
	平	7×2.5	水池一个	普通室内灯光	有	特别好	水磨石	1			
	化	5×5	水池一个	普通室内灯光	有	一般	水磨石	1			
	法	5×5	水池一个	普通室内灯光	有	一般	水磨石	1			
模 型 组	各	2×2.5	水池一个	普通室内灯光	有	一般	水磨石	3 (中技冶炼 1, 初中 2)		冶炼大学专业 毕业 1 人	冶炼大学专业 毕业 1 人
	准	2×2.5	水池一个	普通室内灯光	有	一般	水磨石				
	片	3×5	水池一个	普通室内灯光	有	良好	水磨石				
	像	5×2.5	水池一个	普通室内灯光	有	良好	水磨石				
	鏡	5×2.5	水池一个	普通室内灯光	有	一般	水磨石				
	相	5×2.5	水池一个	普通室内灯光	有	一般	水磨石				
模 型 组	定	7×10	水池一个	普通室内灯光	有	一般	水磨石	2 (中技 1, 初中 1)		冶炼大学专业 毕业 1 人	冶炼大学专业 毕业 1 人
	力	5×2.5	水池一个	普通室内灯光	有	一般	水磨石	1 (初中)			
	学	5×8	水池一个	普通室内灯光	有	一般	水磨石				