

盛钢桶耐火内衬

冶金工业出版社
薛启文 陈淑秋 编译

TF341.9

1

盛钢桶耐火内衬

薛启文 陈淑秋 编译

冶金工业出版社



B 472841

内 容 简 介

本书介绍了苏、美、日、西德、英、法等国有关盛钢桶、中间盛钢桶及炉外真空盛钢桶的构造、耐火内衬及操作方面的新技术。本书着重介绍了桶壳金属结构的强度计算、中间盛钢桶的“冷”衬及炉外真空处理设备的结构、无棒浇钢装置及浸入式水口；在桶衬耐火材料方面，介绍了铝硅酸盐、刚玉、碱性、轻质、不定形及熔铸耐火材料的生产工艺、性能及使用；在桶衬构筑及维修方法方面，介绍了砖衬砌筑、整体内衬捣打、填塞、浇注，以及喷补维护。

本书可供冶金、耐火材料及机械制造工业的技术人员使用，也可供大专院校有关专业的师生参考。

盛钢桶耐火内衬

薛启文 陈淑秋 编译

冶金工业出版社出版

（北京北郊西大街26号 邮政编码100028）

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32印张10 字数261千字

1988年1月第一版 1988年1月第一次印刷

印数00,001~2,100册

ISBN7-5024-0141-5

TF·48 定价2.95元

编译者的话

本书是根据1983年前苏联有关书刊资料编译而成的，重点介绍苏联、美国、日本、西德、英国、法国及瑞典等国关于盛钢桶、中间盛钢桶及真空盛钢桶耐火内衬方面的新技术，包括盛钢桶综合砖衬、盛钢桶整体耐火内衬、盛钢桶耐火内衬的喷补、连铸中间盛钢桶耐火内衬的保护涂层、连铸中间盛钢桶的隔热板“冷”衬、炉外真空处理盛钢桶用新型耐火材料、无棒浇钢装置（滑动水口）、吹氩整体塞棒及浸入式水口等。

盛钢桶由桶壳金属结构及耐火内衬组成。本书既讨论了支承内衬的桶壳金属结构的强度计算，又详细地论述了保护桶壳的耐火内衬。本书所讨论的桶衬耐火材料，包括铝硅酸盐耐火材料、刚玉耐火材料、硅质耐火材料、碱性耐火材料、轻质耐火材料、石墨高铝质耐火材料、不定形耐火材料、等静压压制的耐火材料、熔融耐火材料及熔铸耐火材料等。本书介绍了上述耐火材料的生产工艺要点、性能及使用方法；还介绍了传统的砖块砌筑、大块镶板及隔热板的安装、整体内衬的捣打、抛射填塞与浇注等构筑方法，以及涂料的涂制及喷补维护。

本书的编译旨在提高铸坯（锭）的质量，延长桶衬寿命及降低耐火材料单耗。为达到上述目的，除采用新型优质耐火材料及提高内衬构筑质量外，还必须特别注意桶衬的正确使用。为此本书以一定篇幅介绍了不同桶衬的各种耐火材料的使用条件、侵蚀机理及操作维修措施。

由于编译者水平有限，书中难免有不妥之处，诚恳欢迎广大读者批评指正。

本书前四章由薛启文编译，后三章由陈淑秋编译。

1984年

目 录

第一章 盛钢桶及其操作	1
第一节 盛钢桶的特征.....	1
第二节 盛钢桶的构造.....	2
一、小容量盛钢桶	3
二、中容量及大容量盛钢桶	13
第三节 盛钢桶的强度计算.....	22
一、桶壳应力状态的理论及实验研究	23
二、盛钢桶各部位强度的计算方法	27
第四节 内衬的使用条件及对耐火材料的基本要求.....	51
第二章 盛钢桶耐火砖衬	56
第一节 铝硅酸盐盛钢桶砖.....	56
第二节 碱性盛钢桶砖.....	67
第三节 镁橄榄石盛钢桶砖.....	77
第四节 盛钢桶砌砖用的火泥.....	81
第五节 盛钢桶内衬砌砖.....	83
第六节 盛钢桶砖衬的使用.....	92
第七节 盛钢桶的修理与烘烤.....	99
第三章 盛钢桶整体内衬	101
第一节 制作整体内衬的设备.....	102
第二节 整体内衬用料.....	106
第三节 整体内衬制作工艺的特点.....	123
第四节 整体内衬的使用.....	132
第四章 盛钢桶内衬的喷补	138
第一节 内衬的喷补方法.....	138
第二节 喷补料组成的选定.....	140

一、粘土质喷补料	140
二、高铝质喷补料	144
第三节 盛钢桶的喷补设备	150
第四节 盛钢桶的工业喷补	153
第五节 整体内衬的喷补	156
第六节 喷补试验的结果	157
第七节 喷补对钢质量的影响	158
第八节 某些国家盛钢桶的喷补	158
第五章 中间盛钢桶耐火内衬	161
第一节 中间盛钢桶的构造与耐火内衬	161
一、中间盛钢桶内衬的构造	162
二、中间盛钢桶耐火材料的选择	168
第二节 高温中间盛钢桶	174
第三节 中间盛钢桶内衬的保护涂层	180
第四节 安装有隔热板的中间盛钢桶“冷”衬	185
一、应用隔热板的理论基础	185
二、隔热板在中间盛钢桶的实际应用	190
三、“冷衬”中间盛钢桶的优点及其前景	193
第六章 真空盛钢桶内衬	199
第一节 钢的真空处理与耐火材料的蚀损	199
一、真空过程及设备的发展	199
二、钢液真空处理过程中耐火材料的行为及其与渣的作用	203
第二节 炉外真空处理用耐火材料的性能	212
一、镁质耐火材料	212
二、铝硅酸盐耐火材料	219
三、轻质耐火材料	230
四、熔融耐火材料	231
五、不定形耐火材料	233
第三节 耐火材料在真空处理设备上的应用	246

一、真空处鼎盛钢桶的耐火内衬	246
二、钢流真空处理设备的耐火内衬	252
三、提升法真空处理设备的耐火内衬	255
四、循环法真空处理设备的耐火内衬	259
第七章 浇钢装置	263
第一节 无棒浇钢装置	267
一、滑动水口	267
二、转动水口	274
三、上水口及下水口	275
第二节 塞棒浇钢装置	280
一、座砖	280
二、浇铸水口	282
三、塞头	287
四、袖砖	291
五、整体塞棒	292
第三节 浸入式水口	295
一、浸入式水口的形状	295
二、浸入式水口耐火材料	298
参考文献	310

第一章 盛钢桶及其操作

第一节 盛钢桶的特征

盛钢桶桶壳由钢板铆接或焊接而成，内部衬以耐火材料。盛钢桶用以盛接、运输及浇注钢液。

标志盛钢桶操作性能的两个基本参数为容量及壳重系数。所谓盛钢桶的容量，即在规定的每桶渣量前提下，钢液及熔渣装入桶内溢渣嘴下缘时的钢液重量。为节省盛钢桶存放场地并简化车间工作，要求车间各炼钢炉都通用同一种盛钢桶。为此苏联制订了盛钢桶的容量系列ГОСТ 7538—63及对每种容量盛钢桶规定的渣量（表1-1）。按这个系列制造的盛钢桶，满足了所有炼钢设备操作的需要，只是500、600及900 t的大吨位平炉需同时采用两个盛钢桶（桶的容量分别为250、300或480 t）。盛钢桶的第二个基本参数——壳重系数 K_r ，是盛钢桶金属部分的重量对其容量的百分比。在其它尺寸相同时，桶金属结构重量越小（即在相同的吊车起重量时，桶盛钢量越多）， K_r 值越小。这样，正确决定盛钢桶各部位尺寸并完善其构造，便可相对减少桶金属结构的重量，即相应降低 K_r 值。

四十年代前采用的铆接盛钢桶，自重往往达到桶容量的25~30%。这是由于当时缺乏盛钢桶金属结构强度计算的正确方法而对桶可靠性提出过高要求所造成的。盛钢桶自重的增大，自然可保证盛钢桶在操作条件下的可靠性，但由于铸锭吊车起重量已选定，盛钢桶可能盛接的钢液重量受到限制，妨碍了炼钢生产能力的提高，因而需要减小盛钢桶的自身重量。客观上提出了采用全焊接盛钢桶的要求。

1956年，查波罗热钢厂在苏联首次采用全焊接盛钢桶。由于减轻了盛钢桶的自重，显著降低了制桶的金属单耗及制桶成本。

表 1-1 苏联标准采用的盛钢桶容量系列及其渣量

盛钢桶公称 容量, t	渣 量		盛钢桶公称 容量, t	渣 量	
	t	%(重量)		t	%(重量)
1.0	0.1	10.00	90.0	4.2	4.67
2.0	0.2	10.00	110.0	4.5	4.10
3.0	0.25	8.35	130.0	4.8	3.70
5.0	0.4	8.00	140.0	5.0	3.55
8.0	0.6	7.50	150.0	5.2	3.45
10.0	0.75	7.25	175.0	5.5	3.15
15.0	1.2	8.00	220.0	6.0	2.72
20.0	1.4	7.00	250.0	6.5	2.60
25.0	1.8	7.20	280.0	7.5	2.68
30.0	2.0	6.70	300.0	8.5	2.83
40.0	2.5	6.25	350.0	10.0	2.85
50.0	3.0	6.00	385.0	11.0	2.85
60.0	3.5	5.85	430.0	12.5	2.90
70.0	4.0	5.70	480.0	14.5	3.00

表 1-2 焊接与铆接盛钢桶的重量的比较

桶的容量 t	结构型式	桶壳重量 t	壳重系数 $K_T, \%$	制 造 厂
220	铆接	39.0	17.7	—
220	焊接	33.0	15.0	查波罗热钢厂
220	焊接	25.0	11.4	南乌拉尔机械制造厂
255	铆接	45.7	17.8	—
270	铆接	43.8	16.2	—
300	焊接	35.9	11.9	南乌拉尔机械制造厂

某些铆接与焊接盛钢桶的重量的对比情况列入表1-2中。

1968年苏联就制造并应用了壳重系数为11~15%的全焊接盛钢桶, 为老厂提高钢产量提供了先决条件。

第二节 盛钢桶的构造

按水口构造, 盛钢桶可分为塞棒式的与滑板式的两种。这里首先介绍塞棒式盛钢桶的构造。

一、小容量盛钢桶

小容量盛钢桶（图1-1）的主要部分有桶壳1，塞棒机械2（包括塞棒3），门钩4及内衬5。

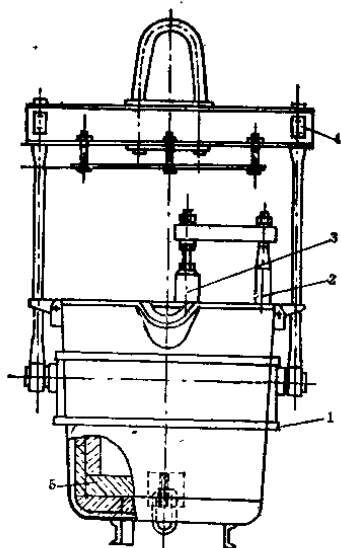


图 1-1 小容量盛钢桶（塞棒式）

1. 桶壳

桶壳（图1-2，a）由桶身壳1，底壳5，溢渣嘴7，翻倾环6及耳轴带等部分（包括上刚性筋2，耳轴板3及下刚性筋4）组成。

桶身壳由数块钢板焊接而成，采用截头圆锥形。桶身壳的锥度不大，由 $1/12 \sim 1/7$ （个别桶由 $1/25 \sim 1/4$ ），因为这种形状便于桶衬残渣、残钢及结瘤的拆除，而且在拆除时损坏桶衬的危险性较小，因而这有利于延长桶衬寿命。此外，采用锥形桶衬，也

便于残衬的拆除。

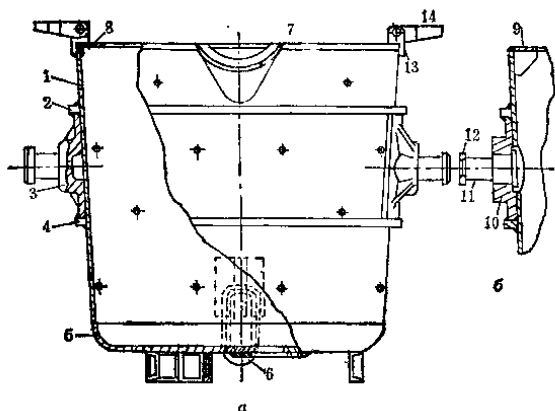


图 1-2 小容量盛钢桶的桶壳

桶壳上端焊有刚性环 8，使桶壳具有必要的刚性及防止盛钢桶翻倾时内衬的脱落。实践中还有采用角形钢板环的（图1-2，6），虽然制作简单，并能增强桶壳刚性，但有竖筋 9，使内衬砌筑复杂，所以没有得到广泛应用。

桶壳中部的耳轴带，用以减轻吊车在提升盛满钢液的重桶（以下简称重桶）时耳轴产生的弯曲。耳轴带这个部位，同桶底壳到桶身壳的过渡带一样，是桶壳受负荷最大、产生应力最大的部位。因此为保证盛钢桶长时间可靠工作，应正确选择耳轴带的构造及尺寸。

起初，在小容量桶壳里面采用铆接或焊接加固钢板的耳轴带。由于钢板的刚性不够，不能有效地防止桶壳的变形。因此 25 t 以上的盛钢桶的耳轴带，还规定从桶壳外面用钢板加固。但由于采用多层钢板时，结构复杂，因而在大容量桶壳上并未得到推广。

图1-2，a 所示的耳轴带结构，比较合理。两个矩形截面的

刚性筋2及4,作为基本承重部件,沿整个边长焊在桶壳及耳轴板上。这些筋的刚性很强,因此它几乎完全消除了桶壳的弯矩。用计算方法求出桶壳应力之后,便能选择重量轻又具有足够强度的桶壳各部件的尺寸。这种结构不但在大吨位盛钢桶上得到了广泛应用(对减轻自重有重要意义),而且在小容量盛钢桶设计中也得推广。

耳轴板采用铸造件(图1-2, a)或锻造件(图1-2, b)。铸造耳轴板与耳轴一起铸造。由于铸件不十分可靠且重量较大,很少得到推广,大都只在容量不大的盛钢桶上采用。

压入式耳轴11的锻造板10得到广泛的应用。在这种情况下,桶壳开孔,从桶壳内面实现耳轴与开孔的轻压紧配合。耳轴必须带止推轴肩,以防止松动时从耳轴板处脱掉。耳轴的外端焊以垫圈12,以防止吊车大钩从耳轴滑下。

耳轴直径与桶壳开孔及吊车大钩弯曲直径之差应尽可能的小,以减少当它们接触时应力的集中。

安全技术规程中规定耳轴中心线在桶高度上的位置:重桶的重心应在耳轴中心线以下200mm(也有人认为这个降低量规定不太合适,因为重桶重心与耳轴中心的距离决定于桶的尺寸。200mm的降低量,对小桶而言占桶高的20%以上,而对大桶而言小于桶高的5%)。这样布置盛钢桶翻倾中心线,可防止运输过程中意外的摇动。实际上桶重心的位置可能与计算值有很大的差别(由于桶衬砌砖不正确及存在结瘤等),如果重桶重心在耳轴下的距离小于400mm时,桶壳则应装设防止翻倾的特殊装置(图1-2)。在桶壳两面的刚性环上焊以支架13,支架上铰链以限位“叉子”14,来限制门钩拉杆(图1-1)。桶处于吊装状态时,这个限位装置防止了意外翻倾及摇摆;当桶放在车间场地上时,这个限位装置又可防止门钩的翻转。只有在必要翻桶时才放开限位“叉子”。

容量小于5t的盛钢桶,其塞棒及塞棒机械的位置与重量,使桶重心并不通过耳轴中心线3(图1-3),因此耳轴中心线与桶

中心线4错开一个 e 值。这个 e 值可根据空桶的平衡条件来选取。容量超过5 t 的盛钢桶对桶的平衡没有明显的影响，因此耳轴中心线不需与桶中心线错开。

在整个桶壳表面上均应钻有间距为300~400mm、直径为10~12mm的排汽孔。在烘烤盛钢桶内衬时，水汽可从这些孔排出，以防止内衬的局部膨胀与破坏。

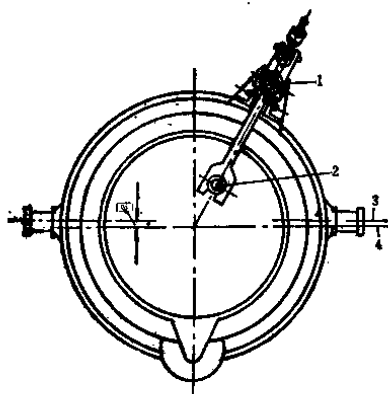


图 1-3 小容量盛钢桶的耳轴中心线与桶中心线的平面布置

1—塞棒机械滑杆中心线；2—塞棒中心线；3—耳轴中心线；4—桶中心线

盛钢桶可采用平底或各种形式的球底。桶底壳向桶身壳的过渡带，在钢液及内衬重量作用下产生局部应力。过渡带过渡得越平滑，产生的局部应力就越小。由于平底壳与桶身壳的连接采用直角或不大的弯曲面，则过渡带的局部应力相当大。平底钢板的厚度较大，因此它比同样操作条件下同样直径的球底重得多。小容量盛钢桶多半采用平底，因为平底比球底制造简单，而且便宜；且制造小尺寸球底时，重量减轻不多。

平底有直形的和卷边的两种。图1-4表示几种平底的结构。

采用两个“丁字形”焊缝的平底结构（图1-4，a），制造简单，而且操作适用。此外，底壳与桶身壳连接的一个外焊缝，经常可以观察及进行检查。焊缝在桶身内部的平底盛钢桶（图1-4，b）。其操作较复杂，也不安全，因为底壳与桶身壳的任何一个焊缝只有在更换内衬时才能进行检查。同时，实践已证明，这种连接的强度不高，焊缝处常出现裂纹。

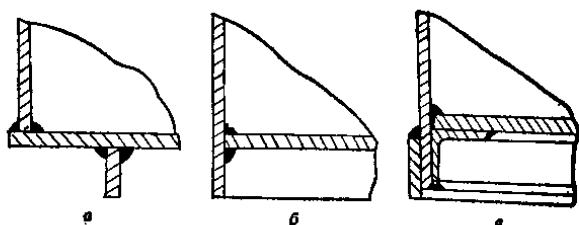


图 1-4 平底的形式

有关标准推荐的平底结构（图1-4，c），与其它平底结构比较起来，并未显示任何优点，且制造复杂，同图1-4，b一样，所有受力焊缝均被遮盖，难以检查。

卷边平底的形状（图1-5，a）系为平底向球底的过渡形。由于桶身壳向桶底壳的平滑过渡，其局部应力比直形平底显著减小。当钢板很厚时，制作卷边相当复杂，因而限制了这种桶底的推广。在这种情况下，曾采用组合底（图1-5，b）——带卷边的平底及不带卷边的加固板（置于底的内面）。加固板与整个底面采用均匀分布的铆钉连接。

桶底板应留有装设塞棒水口的孔。此孔的存在引起应力的集中，显著减弱了桶底板的强度。因此开孔处需用沿周边满焊在底板外面的垫板加固。垫板的尺寸应等于水口开孔直径的3~4倍。

溢渣嘴（图1-2）的用途在于溢出过剩渣及倒出浇钢后的剩余

渣。在桶身壳上开有专门的溢渣嘴切口，在切口的周边焊以下板 1（图1-6）。上板 2 焊在桶身壳上端的刚性环上，保证了盛钢桶上部的刚性，防止了溢渣嘴内衬的脱落。

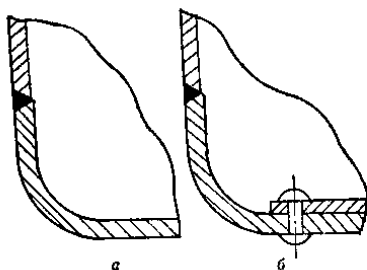


图 1-5 卷边平底的形式

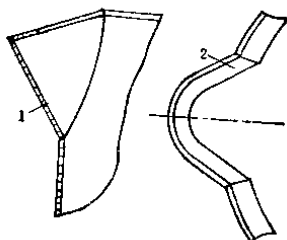


图 1-6 小容量盛钢桶的溢渣嘴

浇钢后需翻倾盛钢桶，倒出桶内的剩余渣（或由于某种原因不能经水口浇钢而倒出全部事故钢），翻倾盛钢桶时，都要使用翻倾钩环 6（图1-2）。它是带活动钩环的支座，焊在溢渣嘴对面的桶底壳上。只有小容量盛钢桶才采用类似的结构。

图1-7表示两种结构的钩环。其中图1-7，a 所示的一种结构制造简单，但需装配焊接，不容许拆卸。

钩环的净空尺寸 d 及 l 由铸锭吊车的小钩尺寸来决定。

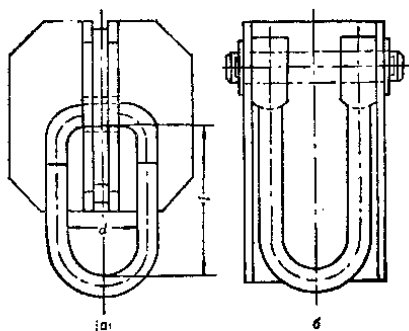


图 1-7 小容量盛钢桶的翻倾钩环

2. 塞棒装置

塞棒装置（图1-8）由带固定零件的塞棒1、横梁2及控制机械所组成。横梁2的一端制成叉形，以便将塞棒1装设到需要的位置上；横梁的另一端刚性固定塞棒机械的滑杆3。

盛钢桶盛接钢液时，逐渐增加的浮力对塞棒发生作用，使塞棒有离开水口的趋势。盛钢桶在运输过程中受到意外的碰撞，也可能发生塞棒滑脱。塞棒的意外升起将导致漏钢事故，因此对塞棒机械的基本要求是杜绝塞棒任意升起的可能性。

浇钢期间，铸锭吊车将盛钢桶运至钢锭模上方时，开启塞棒，浇注钢液。塞棒升起及下降的速度，由塞棒上升时的钢流尺寸及特征来决定，在很大程度上影响到钢锭质量及钢锭模寿命。因此塞棒机械的构造，应保证浇钢工准确无误地控制浇注作业。

此外，塞棒机械应能保证塞棒位置的调节及对准水口。

塞棒机械的全部零件都要安装在导向装置4（图1-3）上，导向装置与桶身壳采用铰链连接。导向装置的下部借助于有左右螺纹的螺杆12，两个专用圆筒螺母11及13（其中一个与导向装置4铰链连接，另一个与支座14铰链连接）自由移动（参看图1-8的平面图B-B）。转动手轮10时，可调节塞棒1对准水口。

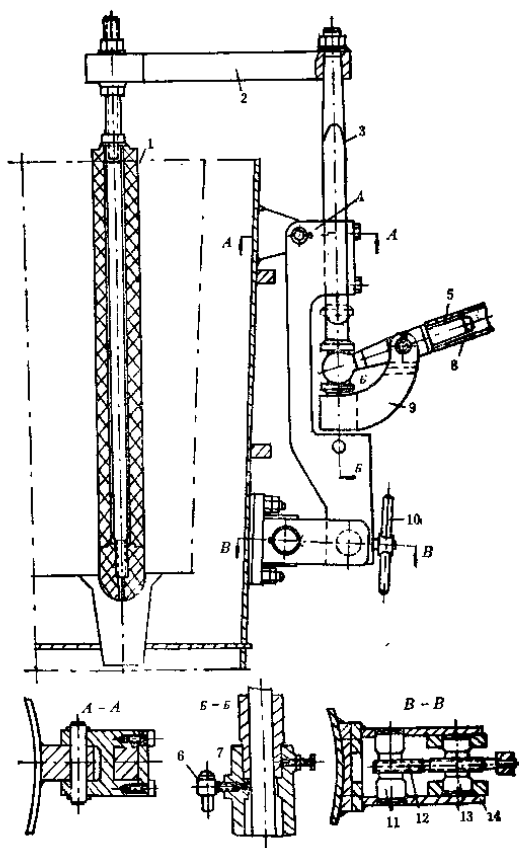


图 1-8 全苏冶金设备科学研究所设计的小容量盛钢桶的塞棒装置

浇钢期间，借助于套在手柄 5 上的套管 8 升降塞棒。手柄 5 与滑杆 3 铰链连接。借助于螺旋 6 将滑块 7 压紧滑杆 3，防止塞