

炼焦炉基础设计参考资料



冶金工业出版社

炼焦炉基础设计参考资料

《炼焦炉基础设计参考资料》编写组

冶金工业出版社

炼焦炉基础设计参考资料

《炼焦炉基础设计参考资料》编写组

(限国内发行)

冶金工业出版社出版

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 4 1/4 字数 110 千字

1978年4月第一版 1978年4月第一次印刷

印数00,001~5,000册

统一书号: 15062·3343 定价(科三) 0.43 元

前 言

炼焦炉基础是炼焦化学工厂中的重要构筑物。自1964年开展设计革命以来，广大设计人员在党的领导下，以阶级斗争为纲，努力学习毛主席的光辉哲学思想，批判了唯心主义、形而上学，精神面貌发生了深刻变化。广大设计人员遵照毛主席关于“人的正确思想，只能从社会实践中来”的教导，走出办公室，深入现场，接受工人阶级再教育，进行了调查研究和科学试验，通过“三结合”形式搞设计，对炼焦炉基础设计的结构方案和材料选用等方面均做了较大的改革。经过几年来的生产实践证明，改革效果良好，不仅节省了大量钢材，而且改善了操作条件，受到施工、生产部门的欢迎。

遵照毛主席关于“要认真总结经验”的教导，为适应冶金工业发展的需要，我们编写了《炼焦炉基础设计参考资料》一书，供焦炉设计、生产和基建人员参考。

本书是由冶金工业部鞍山焦化耐火材料设计研究院和首都钢铁公司设计院共同编写的。在编写过程中，承酒泉钢铁公司、新余钢铁厂、北京焦化厂、攀枝花钢铁公司、莱芜钢铁厂、解放军建字一〇九部队、第十九冶金建设公司、冶金工业部建筑研究院、上海市建筑规划设计院、天津市建筑设计院、马鞍山钢铁设计院等二十五个单位提供了宝贵经验，在此谨表谢意。

书中存在的缺点和错误之处，诚恳希望读者批评指正，以便不断总结提高。

《炼焦炉基础设计参考资料》编写组

一九七六年五月

目 录

第一章 焦炉炉体及其基础概述	1
第一节 炉体结构简介	2
一、焦炉炉型的划分	2
二、炉体结构	2
第二节 炉体温度对焦炉基础的影响	3
第三节 作用于焦炉基础上的设备荷载	7
第二章 焦炉基础的形式及选择	11
第一节 基础结构	11
一、基础结构的分类	11
二、结构形式及选择	12
三、基础结构刚性区的确定	18
第二节 抵抗墙	18
一、墙板	19
二、抵抗墙构架	21
第三章 设计规定与构造	23
第一节 设计规定	23
一、设计依据	23
二、地基勘察	23
三、容许沉降差及沉降观测	24
四、材料	26
五、基础结构	27
六、抵抗墙	30
七、沉降差的调节措施	31
第二节 构造	32
一、基础结构	32
二、抵抗墙	36
第三节 施工与烘(停)炉时的注意事项	38
一、施工注意事项	38
二、烘炉与停炉时应采取的措施	40

第四章 结构计算	42
第一节 基础顶板	42
一、顶板	42
二、边梁	52
第二节 基础构架	52
一、荷载	53
二、温度	54
三、温度变形	55
四、内力计算	56
五、强度计算	57
六、裂缝宽度计算	58
第三节 抵抗墙	59
一、斜烟道区水平梁	59
二、柱	60
三、炉顶区水平梁	62
四、小烟道区水平梁	63
第四节 计算例题	63
一、基础顶板计算	63
二、基础构架计算	76
三、抵抗墙计算	106
附录一 几种常用焦炉炉型的荷载、温度和主要设备的荷载 (均为标准值)	116
一、基础结构	116
二、抵抗墙	118
三、58型焦炉四大车轮压值(过去沿用值)	120
四、两分下喷式焦炉四大车轮压值(过去沿用值)	121
五、侧喷式(66型)焦炉四大车轮压值(过去沿用值)	122
附录二 材料的性能及温度折减系数表	124
一、有关建筑材料的性能	124
二、钢筋强度和弹性模量在温度作用下的折减系数表	124
三、普通混凝土强度在温度作用下的折减系数表	125
四、普通混凝土弹性模量在温度作用下的折减系数表	125
五、材料指标折减系数的温度取值部位	125

附录三 抵抗墙柱按两种不同刚度的计算公式	126
一、计算简图	126
二、构件上部区段受有均匀温度差 Δt 时 (附图 7), 反力和固定端 弯矩的计算	126
三、在斜烟道区的水平推力作用下(附图 8), 构件的反力计算	127
四、在柱顶端位移作用下 (附图 9), 构件的反力计算	128
五、在牛腿荷载作用下 (附图10), 构件的反力计算	128
参考文献	130

第一章 焦炉炉体及其基础概述

炼焦化学工厂通称为焦化厂。一般由备煤、炼焦、化学产品回收、焦油精制和苯精制五个主要生产车间组成。

炼焦车间一般由两座或几座炼焦炉（以下简称：焦炉）组成。按照工艺的要求，在两座焦炉之间设置一个贮煤塔。焦炉与贮煤塔之间和两座焦炉之间用平台连接，此平台称为炉间台。在炉组的两端设置炉端台。焦炉的两侧设有操作台。推焦车一侧的称为机侧操作台；熄焦车一侧的称为焦侧操作台。两侧的操作台沿焦炉炉体、贮煤塔、炉间台和炉端台通长设置（图1、2）。

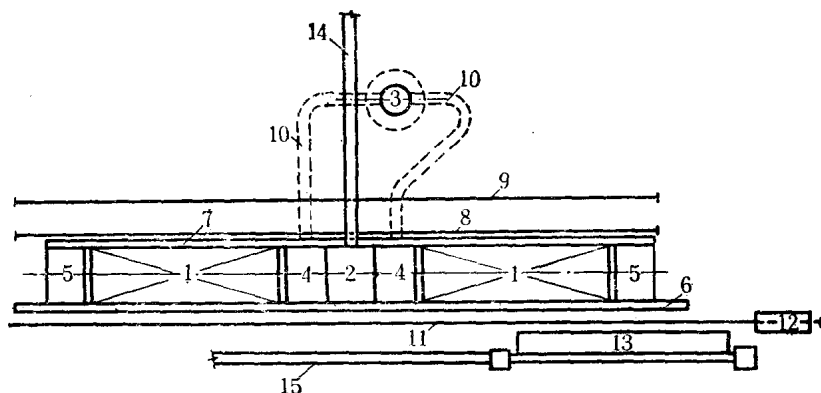


图 1 炼焦车间平面布置

- 1—焦炉；2—贮煤塔；3—烟囱；4—炉间台；5—炉端台；6—焦侧操作台；7—机侧操作台；8—推焦车第一条轨道；9—推焦车第二条轨道；10—总烟道；11—熄焦车轨道；12—熄焦塔；13—凉焦台；14—煤胶带通廊；15—焦胶带通廊

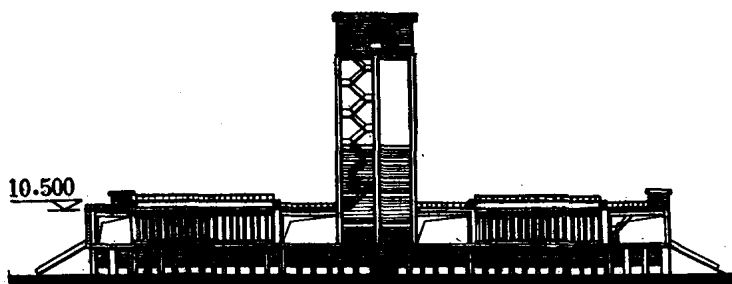


图 2 焦炉机侧建筑立面

第一节 炉体结构简介

一、焦炉炉型的划分

焦炉是长期连续生产的热工窑炉，炉型的种类很多，我国常用的炉型有以下几种：

1. 按炉体的加热系统结构划分

(1) 双联火道废气循环下喷式焦炉。如大型焦化厂采用的58型、58Ⅱ型和大容积焦炉等。

(2) 两分火道下喷式焦炉。如邢台钢铁厂采用的中型焦炉。

(3) 两分火道侧喷式焦炉。如小型焦化厂采用的66型和70型焦炉。

2. 按装煤方式划分

(1) 炉顶装煤焦炉。

(2) 捣固式装煤焦炉。

3. 按加热煤气引入方式划分

(1) 下喷式焦炉

(2) 侧喷式焦炉

二、炉体结构

炉体结构由下列五个主要部位组成：炉顶、燃烧室、炭化室、斜烟道、蓄热室和小烟道。

炉顶、燃烧室和炭化室在炉体的上半部。燃烧室和炭化室水

平间隔排列，燃烧室内分隔为许多火道。斜烟道在炉体的中部，并连通燃烧室和蓄热室。炉体的下半部为蓄热室和小烟道（图3）。蓄热室内装有格子砖，用以回收废气中的热量，提高焦炉的热效率。小烟道交替地送入空气（煤气）或排出废气。

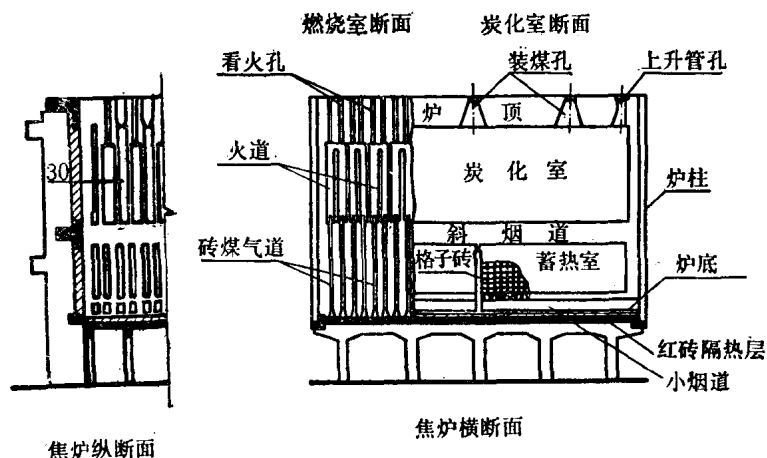


图 3 58型焦炉炉体断面示意

第二节 炉体温度对焦炉基础的影响

焦炉正常生产时，硅砖焦炉火道温度可达 1350°C 左右（耐火粘土砖焦炉火道温度可达 1100°C 左右）。炭化室中的煤料，在燃烧室的高温作用下干馏成焦，焦饼中心温度为 $950\sim 1050^{\circ}\text{C}$ 。

焦炉炉体由硅砖和耐火粘土砖砌筑。根据耐火材料的热膨胀性能，焦炉需要严格按烘炉升温曲线，缓慢地由冷态逐步升温到 $900\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 时方可投入生产，因此必须有一个烘炉阶段。烘炉期，对于用硅砖砌筑的焦炉一般需要50天左右；用耐火粘土砖砌的焦炉为20天左右。

烘炉以前，在炭化室的机、焦两侧，用耐火粘土砖砌筑封墙，封墙的下部预留进火孔，并砌筑烘炉小灶。

烘炉一般采用固体燃料（煤）、气体燃料（煤气）或液体燃料（油）。

烘炉时期，热气流从烘炉小灶进入炭化室，经过上部的干燥

孔转入燃烧室，向下通过斜烟道进入蓄热室、小烟道，再经交换开闭器进入烟道，最后由烟囱排出。小烟道的温度在热气流的影响下，随着炉温上升逐步升高，到投产前（指改为正常加热前）小烟道内的气体温度达到最高值。

当采用固体燃料烘炉时，燃烧室温度达到 950°C 左右时，开始拆除炭化室封墙，安装炉门和装入煤料，待煤气返回以后，改为正常加热，进行热交换，随之投入生产。

热交换是用交换机来变换焦炉加热系统内煤气、空气和废气的流动方向。空气从交换开闭器进入小烟道，通过蓄热室预热，经斜烟道进入燃烧室与煤气相遇燃烧，此为上升气流。燃烧后的废气，经斜烟道、蓄热室、小烟道由交换开闭器排出炉体，此为下降气流。一般正常生产时，上升气流与下降气流每隔 $20\sim 30$ 分钟往复交换一次，由于在小烟道内交替地进入空气和排出废气，因此，正常生产时期小烟道内的气体温度低于烘炉后期的较高温度值。小烟道内的气体温度，通过炉底和隔热层传导至基础结构。从烘炉开工期间燃烧室和基础顶板上表面升温曲线（图4）可以看出，在改为正常加热以后，虽然燃烧室温度继续迅速上升，但是由于热交换的影响，基础结构的温度显著下降，并逐渐趋于稳定。在投产初期，结焦时间较长，使小烟道和基础结构的温度均偏低。当生产操作正常化以后，温度有所回升，逐渐稳定。

基础结构在烘炉时期受较高温度作用的时间，与长期连续生产操作年限（硅砖焦炉寿命一般约20余年）相比是短暂的，因此，设计基础结构时，仍以正常生产时期的温度为依据。此时期，小烟道中气体计算温度约为 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ （见第四章第一节）。对于烘炉时期、炉体老化和小烟道下火等温度影响，在强度安全系数 K 中予以适当的考虑。

煤料在炭化室中干馏成焦，不能与空气和火焰接触，并为了防止相邻蓄热室内的气体互相串漏，故不允许在炭化室和蓄热室的墙面上设置温度膨胀缝。因此，炉体在高温作用下的膨胀变形，对焦炉基础顶板产生了较大的水平摩擦力。

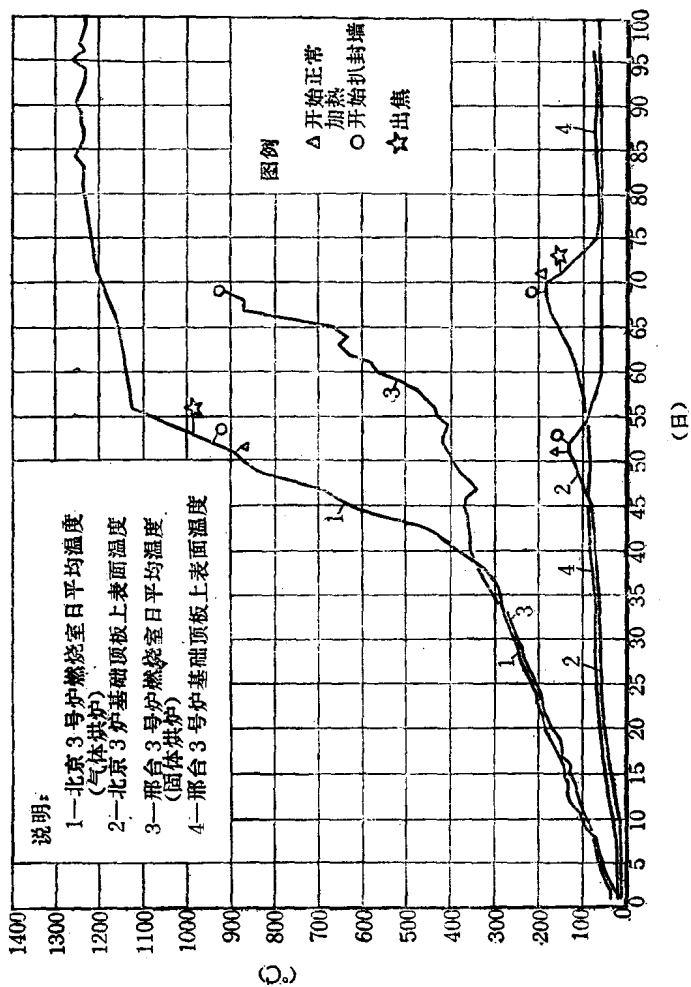


图 4 烘炉开工期间燃烧室和基础顶板上表面升温曲线

对于下喷式焦炉基础的基础结构，在小烟道的温度作用下，沿基础顶板平面的纵、横两个方向均产生温度变形。通过实际观测发现，基础结构的温度变形值，并不是一般自由构件在温度作用下简单的变形关系。在横向，实际变形值大于按一般理论的计算值；在纵向，实际变形值则远小于按一般理论的计算值。产生这种情况的原因，初步认为有以下几点：

1. 沿基础的纵向，每间隔一定的距离有一道蓄热室墙（即主墙或单墙）^①，每道墙与蓄热室里的格子砖和小烟道砖之间均留有空隙，因此，它是孤立地置于基础结构上，可以随基础顶板的温度变形而移动。沿基础的横向则不同。每道墙的长度与基础宽度基本相等，在墙的长度范围内没有膨胀缝，在墙的两端有炉柱约束。当烘炉升温时，炉体的膨胀对基础顶板产生了摩擦拉力，因此，增大了基础结构的横向变形。

2. 基础结构是由基础顶板与几十排基础构架共同组成一个整体空间结构。因此，在基础结构的纵向，对基础顶板的温度变形具有较大的约束作用。

3. 当构架柱的基础采用浮筏式基础时，由于其本身的温度变形，而减少了构架柱的相对变形值。

综合上述原因，在计算基础构架温度变形时，应计入变形修正系数 K_{tb} 值（见第四章第二节）予以调整。

焦炉端部燃烧室的热量，通过炉端墙传导至抵抗墙。由于烘炉初期，大部分时间炉温较低，升温速度缓慢，同时端部燃烧室与抵抗墙之间的距离亦较大，因此，抵抗墙各部位的温度很低；烘炉后期，炉温迅速上升，抵抗墙各部位的温度亦相应地逐步升高，直至生产操作正常时，其各部位的温度才稳定到最高值。抵抗墙承受了由于炉体膨胀而产生的水平推力，使柱沿焦炉纵向产生弯曲变形，柱顶端位移从烘炉开始即不断地增加，至焦炉投产时方基本稳定（图5）。设计时应考虑此因素。

① 蓄热室墙内有砖煤气道的叫做主墙；蓄热室墙内没有砖煤气道的叫做单墙。

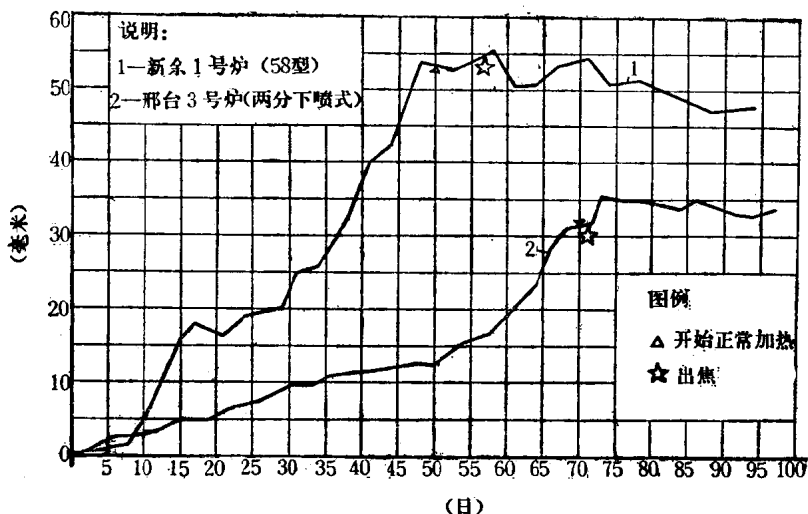


图 5 抵抗墙柱顶端位移曲线

在炉体的斜烟道和炉顶区，沿焦炉的纵向每隔一定距离都设有膨胀缝。由于膨胀缝处砌体之间的滑动摩擦作用，对抵抗墙作用着较大的水平推力（第二章第二节）。水平推力值的大小，决定于炉体的部位、构造、温度和材质。由于炉顶区与斜烟道区的构造不同，且重量小、温度低，所以炉顶区对抵抗墙的水平推力值比斜烟道区小。

抵抗墙和基础结构与炉体直接接触，设计中应考虑温度影响，进行温度内力计算。

第三节 作用于焦炉基础上的设备荷载

焦炉在长期的生产操作中，炉体经常受到推焦、摘挂炉门时机械力的作用和温度冷热交替的影响。为了使炉体不受破坏，防止产生过大的膨胀变形，在炉体上设置了护炉铁件，如：炉柱、炉门框、保护板和纵、横向拉条等。这些铁件都是在冷态中安装的，并将炉体压紧，对炉体的热膨胀起着一定的约束作用。炉

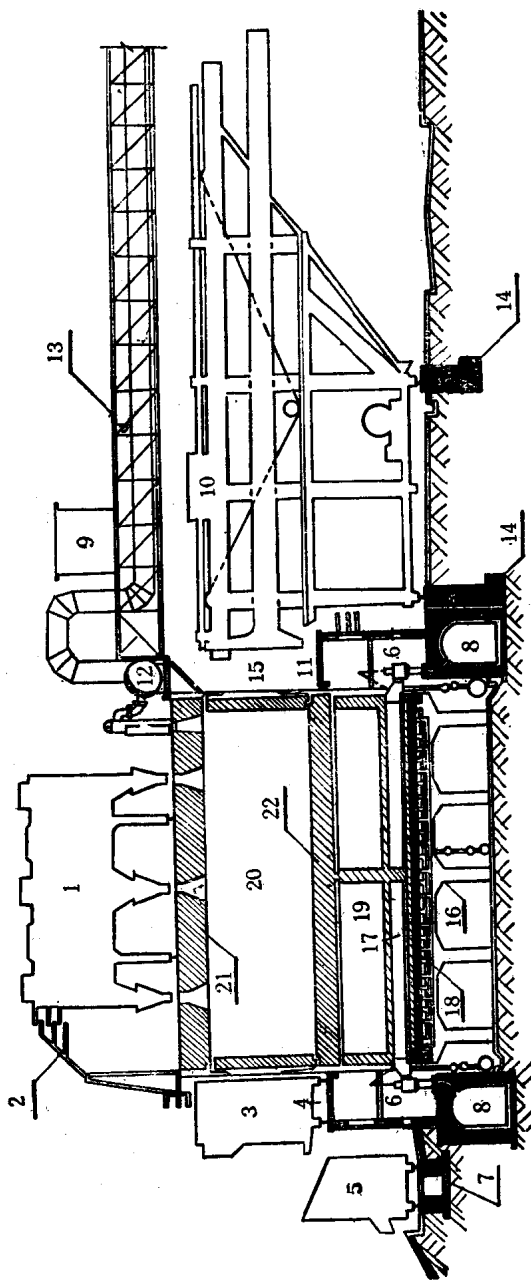


图 6 58型焦炉及其基础横断面

- 1—装煤车, 2—摩电线架, 3—拦焦车, 4—焦侧操作台, 5—熄焦车, 6—交换开闭器, 7—熄焦车轨道基础, 8—分烟道, 9—仪表小房, 10—推焦车, 11—机侧操作台, 12—集气管, 13—吸集气管桥架, 14—基础顶板, 15—炉柱, 16—基础构架, 17—小烟道, 18—蓄热室, 19—推焦车轨道, 20—炭化室, 21—炉顶, 22—斜烟道

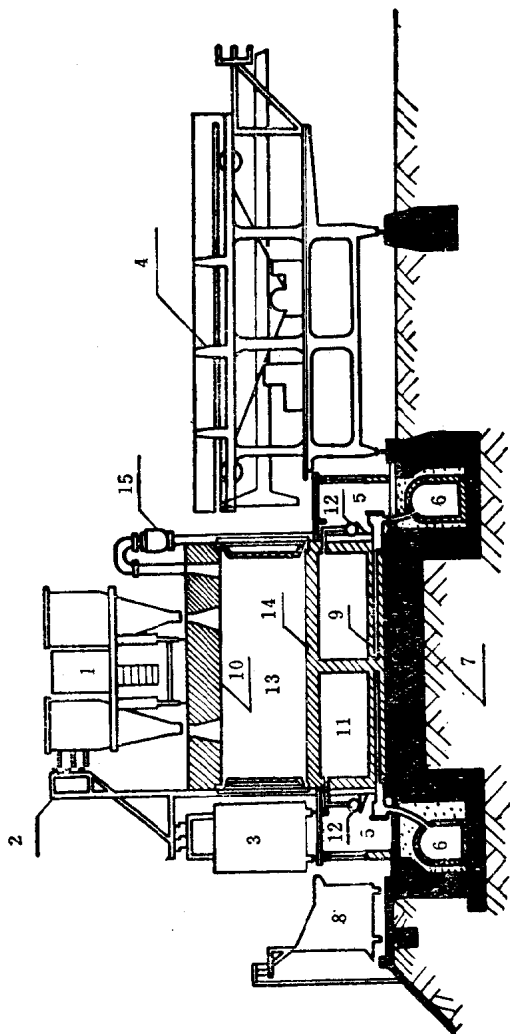


图 7 侧喷式66型焦炉及其基础横断面

1—装煤车, 2—摩电线架, 3—拦焦车, 4—推焦车, 5—交换开
闭器, 6—分烟道, 7—基础构架, 8—熄焦车, 9—小烟道, 10—炉
顶, 11—蓄热室, 12—煤气管道, 13—炭化室, 14—斜烟道, 15—
集气管

柱、横向拉条和纵向拉条对炉体热膨胀的约束力，分别作用在基础顶板的纵向边梁（以下简称：边梁）和抵抗墙的炉顶区水平梁上。

煤料在炭化室干馏成焦的过程中所产生的荒煤气（即未经回收化学产品的煤气），经炭化室顶部的上升管进入集气管，并通过吸煤气管送往化学产品回收车间。

集气管和吸煤气管内，除有荒煤气以外，还有氨水和焦油，并在管道上设有通长的金属平台。集气管设在焦炉炉顶的纵向，间隔的支承在炉柱顶部的托架上。与集气管相连的一段吸煤气管的跨度比较大，为了保证管道的坡度，一般用金属桥架支承着。桥架的一端支承在炉柱的托架上。集气管、吸煤气管、金属桥架及仪表小房等部分重量，均通过炉柱传到基础顶板的边梁上。

装煤车的作用是将贮煤塔中的煤料，运送到各炭化室中。装煤车的重量通过炉体作用在基础顶板上。

拦焦车是由摘门机和导焦槽两部分组成。拦焦车行驶于焦侧操作台上。在推焦前后，用摘门机摘、挂炉门。推焦车推出的焦炭，通过导焦槽落在熄焦车内。

操作台的里支点在炉柱的牛腿上，其外支点在操作台柱上。因此，操作台结构的部分自重和拦焦车的部分重量，均通过里支点作用在基础顶板的边梁上。

交换机操作时，由交换传动拉条产生的拉力，作用在抵抗墙的两个边柱和中间柱上。

下喷式58型焦炉和侧喷式66型焦炉的主要设备、机械车辆、焦炉炉体与焦炉基础的关系，分别见58型焦炉及其基础横断面图（图6）和66型焦炉及其基础横断面图（图7）。