

黑色路面成套机械与设备

(设计与运用)

倪寿璋 编著

人民交通出版社

黑色路面成套机械与设备

(设计与运用)

倪寿璋 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书内容共分四章：沥青的贮存、加热与管道输送设施，沥青洒布机，沥青混凝土搅拌设备，沥青混合料摊铺机。

本书首次比较全面、详细地阐述了有关黑色路面成套机械与设备在设计方面的基本理论与计算方法，并介绍了它们的合理使用与正确的机械施工工艺。主要供从事黑色路面机械与设备的设计、研究人员以及从事黑色路面机械化施工的有关人员等学习参考，也可供高等院校中有关筑路机械和市政工程机械专业的教学参考。

Heise Lumian Chengtao Jixie yu Shebei

黑色路面成套机械与设备

(设计 与 运用)

倪寿璋 编著

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：850×1168¹/₃₂ 印张：11.875 字数：289千

1988年4月 第1版

1988年4月 第1版 第1次印刷

印数：0001—1,850册 定价：4.00元

前 言

党的十一届三中全会以来，随着我国社会主义现代化建设的迅速发展，公路交通在我国国民经济、现代国防和人民生活中的地位越来越重要。尽快改变我国公路交通的落后面貌，加快改造现有公路的步伐，努力提高干线公路的等级，迅速建成现代化公路网已成为迫在眉睫的重要问题。解决这一问题的的重要途径之一就是实现公路施工与养护的机械化。而大力发展黑色路面的成套机械与设备，则是实现公路施工与养护机械化的主要手段。作者历年来广泛地收集了这方面的大量素材，现编写成此书，为从事这类机械的设计、科研、教学与施工生产的广大人员提供较全面的参考资料。

为了满足设计与使用时对机械与结构的选型需要，本书还较广泛地介绍了国外有关机械与设备的结构特点与主要性能参数，以供参考。

本书所介绍的有关机械及其部件的名称采用了新近制订的建筑工程机械名词术语国标中有关黑色路面机械的新规定。为此，在附录1中列有它们的中英文名词术语对照表。

本书中的计算一律采用国际计量单位及其英文代号。为此，在附录2中列有有关单位的中文与英文代号对照表，在附录3中列有有关国际单位与工程制单位的换算表。

本书第四章第六节由张晋炮编写，全书由倪寿璋统稿。



目 录

绪言	1
第一章 沥青的贮存、加热和管道输送设施	3
§1.1 沥青贮仓	3
1.1.1 沥青贮仓的用途和类型	3
1.1.2 沥青贮仓的一般构造	7
1.1.3 沥青贮仓的加热系统	12
§1.2 几种加热方法的基本理论	22
1.2.1 燃烧理论	23
1.2.2 太阳能加热理论	30
1.2.3 远红外线加热的基本原理	37
1.2.4 几种加热方法在节能方面的经济比较	44
§1.3 沥青贮仓的设计计算	45
1.3.1 有效需热量的计算	46
1.3.2 热量损失计算	48
1.3.3 加热管路的热计算	51
1.3.4 热介质耗用量的计算	53
1.3.5 电热管的功率计算	53
1.3.6 燃烧炉(火箱)的计算	54
1.3.7 通风设备的计算	57
1.3.8 太阳能沥青池玻璃盖板的计算	59
1.3.9 远红外线加热沥青所需功率的计算	64
§1.4 沥青输送管道的计算	65
1.4.1 沥青管道和沥青泵功率的计算	65
1.4.2 齿轮式沥青泵参数的确定	68

第二章 沥青洒布机	70
§2.1 概述	70
§2.2 各种机动沥青洒布机的结构特点及其性能	75
2.2.1 手扶式沥青洒布机	75
2.2.2 拖式沥青洒布机	75
2.2.3 现代沥青洒布车	86
§2.3 沥青洒布机的设计	97
2.3.1 沥青洒布机的总体选型	98
2.3.2 沥青洒布机主要组成部分结构型式的选择	98
2.3.3 沥青洒布机总体参数的确定	100
§2.4 沥青洒布机的热计算	103
2.4.1 沥青罐保温层厚度的计算	103
2.4.2 沥青洒布车加热系统的计算	105
§2.5 沥青洒布机的运用	106
2.5.1 生产率的计算及提高生产率的措施	107
2.5.2 合理的操作	109
2.5.3 维护作业的特点	112
第三章 沥青混凝土搅拌设备	114
§3.1 概述	114
§3.2 传统式沥青混凝土搅拌设备总体方案的选择	122
3.2.1 总体型式和生产能力的选择	122
3.2.2 各类沥青混凝土搅拌设备的总体布置	125
§3.3 传统式沥青混凝土搅拌设备主要组成部分的结构选择 及其工作原理	136
3.3.1 骨料供给系统	136
3.3.2 干燥滚筒	140
3.3.3 加热系统	152
3.3.4 筛分装置和热矿料贮仓	160
3.3.5 称量装置	160
3.3.6 强制搅拌式沥青混凝土搅拌器	164

3.3.7	成品料贮仓	169
3.3.8	除尘装置	174
§3.4	传统式沥青混凝土搅拌设备的设计计算	179
3.4.1	干燥滚筒的理论计算	179
3.4.2	搅拌器的计算	203
3.4.3	除尘系统有关参数的选择和抽风机所需功率的计算	216
§3.5	新型沥青混凝土搅拌设备和复拌设备	222
3.5.1	概述	222
3.5.2	滚筒式沥青混凝土搅拌设备和复拌设备	226
§3.6	沥青混凝土搅拌设备的技术运用要领	243
3.6.1	概述	243
3.6.2	生产组织	243
3.6.3	运转质量管理	245
3.6.4	安全管理	245
3.6.5	维修管理	246
第四章	沥青混合料摊铺机	248
§4.1	概述	248
§4.2	各种沥青混合料摊铺机的总体结构及其主要组成部分的特点与选择	252
4.2.1	拖式沥青混合料摊铺机	252
4.2.2	自行式沥青混合料摊铺机	260
§4.3	沥青混合料的摊铺理论、摊铺机结构的合理设计和改善措施	291
4.3.1	浮动式熨平板的应用及其工作原理	291
4.3.2	对摊铺层的预压实及结构设计上的相应措施	298
4.3.3	摊铺室内混合料数量的变化对摊铺质量的影响及相应的改进措施	303
4.3.4	机械行驶速度与振捣频率对摊铺质量的影响	307
§4.4	沥青混合料摊铺机的自动调平装置	308

4.4.1	概述	308
4.4.2	自动调平装置的组成、总体布置和工作原理	311
4.4.3	传感器的工作原理及其安装位置	316
4.4.4	纵坡调平的基准件及随移触件	318
§4.5	沥青混合料摊铺机的设计计算	320
4.5.1	生产率的计算	320
4.5.2	工作阻力和所需功率的计算	321
§4.6	沥青混合料摊铺机的技术运用	325
4.6.1	沥青混合料摊铺机的施工工艺	325
4.6.2	沥青混合料摊铺机的技术保养	345
附录 1	本书部分名词术语中英文对照	360
附录 2	本书常用单位量标与英文符号对照表	368
附录 3	本书常用国际单位值与工程制单位值的换算表	370
	主要参考文献	371

绪 言

黑色路面就是采用石油沥青或焦油沥青等材料作为粘结剂而修成的黑色柔性路面。根据所用材料成分和施工方式的不同，这种路面可分为四种类型：沥青混凝土路面、黑色粒料路面、沥青贯入式路面和沥青表面处治路面。用来修筑这些路面的专用机械设备通称为黑色路面机械与设备。

沥青混凝土路面所用材料有：不同规格的砂石料（通称为骨料）、石粉（填充料）和沥青。其施工方法是，将砂石料先烘干并加热到一定的温度，然后掺入石粉，并和热沥青（也加热到一定的温度）进行搅拌，使之成为均匀的沥青混合料（如果采用乳化沥青作为粘结剂，则砂石料和粘结剂在常温下即可搅拌）。混合料成分的级配是根据施工要求的不同而严格控制的。搅拌好的沥青混合料铺设到路基上，再经过压实，就可形成较坚固的路面。它是一种高级路面，使用年限较长。施工用的专用机械有沥青混凝土搅拌设备和沥青混合料摊铺机。

黑色粒料路面则不同于沥青混凝土路面，它不加石粉，有时可用渣油代替沥青，而且混合料成分的级配也不十分严格。因此，它的强度较小，承载能力较差，使用年限也较短。但所用的专用施工机械与上述的基本相同。

沥青贯入式路面是逐层摊铺碎石，逐层浇洒沥青，逐层压实而成的。它的强度较前两种路面都低。

沥青表面处治路面只是在已有的碎石路面上清除杂质后喷洒一层沥青，再撒铺一层石屑，最后压实而成（在我国还广泛使用路拌法修筑表面处治路面），一般只是作为改善路面行车条件、防尘和减少对轮胎的磨损用。

后两种路面施工的专用机械为沥青洒布机。撒布石屑用的石屑撒布机通常归纳到碎石铺撒机械内，本书不予介绍。

上述路面施工都要使用沥青，因此每个施工单位都要有沥青供应基地。这个基地应有固态沥青的贮存、熔化、脱水、加热到工作温度以及管道输送等一整套设施。施工单位常把这一整套设施组成为一个独立的机构，称为沥青库。

本书主要叙述这些机械、设备与设施的设计计算和使用方法。为了给设计和今后制订标准提供必要的素材，还介绍了一些国外产品的结构特点、工作原理及其主要技术性能。本书所介绍的各类机械及其部件的名词均参照新颁布的《建筑工程机械名词术语国标》统一命名，计量单位一律采用法定计量单位。

第一章 沥青的贮存、加热和 管道输送设施

我国的路用沥青大都是桶装的固体沥青，从产地经由铁路和公路运送到各施工单位的沥青仓库中贮存。为了使固态沥青变成具有足够温度的液态沥青（以备用），沥青仓库中除了贮存沥青的贮仓外，还要有使沥青熔化、脱水并加热到工作温度的加热装置和管道输送设施。

§1.1 沥青贮仓

1.1.1 沥青贮仓的用途和类型

沥青贮仓是用于沥青贮存、防止水浸和其它污染、使其熔化成液体并被加热到一定温度的设施。

沥青贮仓乃是一个贮存大量沥青的容器，它有砖砌水泥（或水泥混凝土）池式和铁罐式两种。总容量超过500t的池式沥青贮仓，可分隔成2~6个槽，以便分别贮存不同牌号的沥青。这样，可以按需要加热沥青，以节省加热费用。沥青槽或罐的容量一般是根据一昼夜的沥青消耗量和供应周期来确定的。

长期贮存沥青的贮仓应设有加热设施。这种加热设施又有两种形式：一种是断续加热系统，它先将固态沥青熔化成液态沥青（50~60℃），然后再加热到能用沥青泵转输的温度（90~95℃）；另一种是连续加热系统，它将固态沥青熔化后，就一直加热到脱水和工作温度（140~160℃）。前一种贮仓中所加热的沥青必须用沥青泵转输到另一单独的加热器中，再加热到工作温度。

沥青贮仓有多种形式。可按贮仓的容量大小和用途、贮仓的布置方式、沥青加热装置的类型与结构等来分类。

按沥青贮仓的容量和用途来分，有容量在 100t 以下的闭式或开式临时沥青贮仓（图1-1之 a、b、c）；容量为 100~500t 的开式过渡性沥青贮仓（图1-1之 a、b、c）；容量在 500t 以上的闭式永久性沥青贮仓（图1-1之 d）；容量为 30~100t 的可搬移的沥青罐（带保温层的卧式或立式金属贮罐，图1-1之 e）。

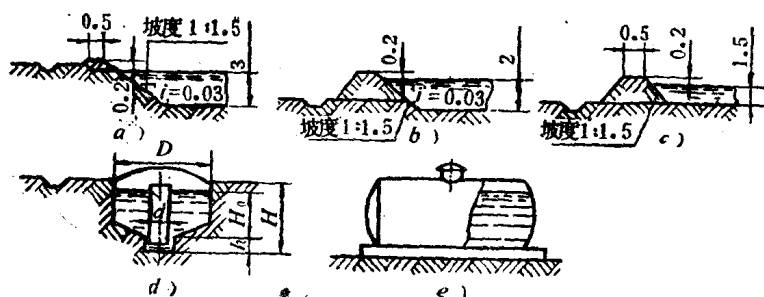


图1-1 沥青贮仓简图

a)坑槽式；b)半坑槽式；c)地上式；d)地下式；e)搬移式罐

按沥青贮仓相对于地面布置的位置分：有低于地面的坑槽式（图1-1之a）、半填半挖的半坑槽式（图1-1之b）、全填筑的地上式（图1-1之c）、全挖的地下式（图1-1之d）和搬移式（图1-1之e）。

上述各种布置形式主要是根据当地的地下水位不同而采取的。贮仓的周壁视其性质（即临时性、过渡性和永久性）及容量大小，有用砌砖后外抹水泥的、水泥混凝土的和钢筋水泥混凝土的。开式坑槽式、半坑槽式和地上式都属临时性和过渡性贮仓。由于它们难免有较多的水和机械杂质等浸入沥青中，热损失也较大，所以采用者不多。对于大型永久性的沥青贮仓，基本上都是采用全挖的地下式。其型式最初是用水泥混凝土或钢筋混凝土筑成的圆筒形，如图1-1之d所示。现今则大多做成矩形，并分成主、副池。为了能贮存不同牌号的沥青，又往往将主、副池分

隔成数个舱室。主、副池布置的方式则有平行布置和串联布置两种，如图1-2所示。

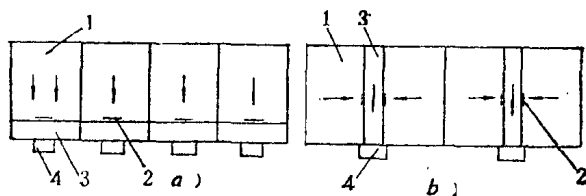


图1-2 沥青贮仓的主、副池布置示意图
a)主、副池平行布置；b)主、副池串联布置
1-主池；2-隔板；3-副池；4-泵室

按照贮仓内沥青加热的方式，沥青贮仓又分为：蒸汽加热式、火力加热式、电加热式、导热油加热式、太阳能加热式、远红外线加热式等几种。后三种是近年来才发展起来的。

蒸汽加热式是一种较古老的加热方式，它以 $0.6\sim 1.2\text{MPa}$ 压力的蒸汽作为热介质，通过蒸汽导管和蛇形管将热量传给沥青。以蒸汽作为热介质的优点是加热工况较柔和（蒸汽介质的最高温度为 270°C ），我国煤源丰富而价廉，故而经济性较好。其缺点是因热介质的温度不很高，故所需蛇形管面积较大；当蛇形管的气密性受破坏时，蒸汽有可能渗漏到沥青中。此外，蒸汽锅炉的使用较麻烦。

火力加热式就是由柴油、重油、渣油和煤等燃料燃烧后所产生的热量，通过池内的火管传给沥青而使之加热。这种方法可使主池中的沥青一次就加热到能用泵转输的温度（ 95°C ）。火力加热法简单而经济，尤其是烧煤，更为经济，但有引起火灾的危险。

电热式就是通电后用电阻丝所发出的热量来加热沥青。此种加热法所用的设备结构简单，价格低廉，工作可靠。但它的经济指标低（每千瓦小时所产生的热值低），因此，大多只用于贮仓的主池熔化沥青，或用来维持沥青的工作温度。不过用它长期加热沥青会使沥青质量变坏。

导热油加热式是利用具有高闪火点的矿物油作为热介质，通过池中的蛇形管来加热沥青的。导热油的热量来自导热油加热器。该加热器还使导热油在导管和蛇形管中不断地循环流动。导热油加热沥青的优点是设备紧凑、方便，加热柔和（导热油最高温度为 320°C ）。缺点是在导热油加热器中有可能使导热油焦化变质，甚至引起火灾。这是因为目前可用的导热油只有两种：一种是无毒而易失火，另一种是不易失火，但毒性很大。通常都选用前一种。此外，导热油加热须配用一只使油进行循环的泵。

太阳能加热式是利用太阳的辐射热透过沥青贮池上面的玻璃盖板来加热沥青的。由于太阳射到地面上的辐射热不很大，所以它只能用来熔化主池里的固态沥青。要使沥青达到能泵吸的温度或工作温度，还必须辅以其它的加热方式。

远红外线加热式是利用物体发射的远红外辐射来促使沥青分子运动激化，从而使其温度上升的。它既可单独使用，也可配合其它加热方式（例如太阳能加热）共同把沥青加热到工作温度。这种加热方式的优点是：干净，无污染，易控制温度，不会使沥青老化等。缺点是它仅在电力价廉而充足的地区才有实用价值，所以它的使用有一定的局限性。

综上所述，用蒸汽和导热油加热沥青，由于热介质的温度不会超过 350°C （一般为 $270\sim 300^{\circ}\text{C}$ ），不会使沥青产生老化变质的情况，因而基本上保持了沥青原来的特性。由于温度不太高，也就形成了使沥青逐渐被加热的良好工况。但正由于热介质对沥青的传热效率不大（温降仅 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ ），加热导管要有较大的表面积才能保证给定的加热效率。一般情况下，每 1 m^3 沥青应配备 $0.5\sim 1\text{ m}^2$ 的加热导管表面积。

电加热的加热面积不大，只能用低温来使固态沥青慢慢熔化，或补偿沥青的热损失，以维持其工作温度。如果在电加热的小面积上以高温加热沥青，会使沥青产生焦油类的化合物——沥青树脂胶质和碳，从而大大影响沥青的质量。

采用水泥混凝土或钢筋混凝土建造的地下式沥青贮仓，难免

受污染。地下水可能会渗入，建筑质量不好的，渗水量甚至可达30%之多。因此，近年来国内外的沥青贮仓常采用带保温层的金属罐（图1-1之e），它有固定式和搬移式两种。其优点是：可完全排除水分的渗入和机械杂质等的污染；由于有保温层，热损失也不大，因而花费在维持沥青工作温度上的费用就较小。

1.1.2 沥青贮仓的一般构造

任何建于地面上的沥青贮仓都是采用砖砌或水泥混凝土（大型的还加钢筋）建造成的，截面呈矩形，且大多设有主、副池，并分隔成数个舱室。主池用来熔化沥青，副池将已熔化的沥青加热到能用泵转输的温度（90~95℃，尚未脱水）或工作温度（140~160℃）。加热设施（蒸汽或导热油用的蛇形管、电阻丝加热器、火管等）一般都敷设在池底处。池的外周壁与土壤之间要填塞导热系数很小的材料以利保温。贮仓的上面要有防雨水的顶盖。利用太阳能加热的池子，其顶盖还要有足够面积的透光玻璃。

图1-3所示为具有主、副池的一般沥青贮仓的构造简图。其主池1是贮存沥青并能使之熔化的贮仓，容积较大。对于多舱室依次串联的主池，为了便于运卸沥青，可在它上面敷设简易轨道式运输线。主池底面应向副池倾斜，与水平线成5°左右，以便使熔化后的沥青经过闸门

5自流到副池2中。主池底部敷设一排蛇形管6（以通蒸汽或导热油）。如果是火力加热式，则敷设U形火管。副池容积较小，底面是水平的，底部也敷设多排蛇形管。在副池中，被二次加热到90~95℃的沥青（未脱水），由其旁边泵室3中的沥青输

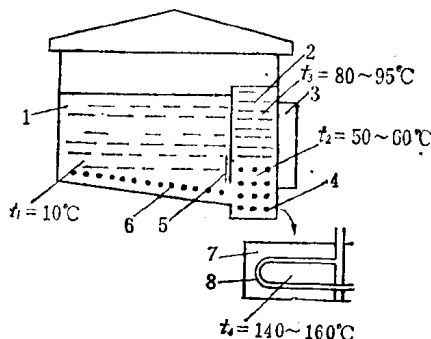


图1-3 具有主、副池的沥青贮仓简图

1-主池；2-副池；3-泵室；4-副池的蛇形管；5-主、副池之间的闸门；6-主池中的蛇形管；7-加热装置；8-火管

送泵转输到另外的加热装置7中，并在那里用火第三次加热到工作温度，这是三阶段加热的沥青贮仓。主、副池中的蛇形管是串联的，蒸汽或导热油先进入副池的蛇形管，然后再转流到主池的蛇形管，废蒸汽即从那里排出，如果是导热油，则从那里流回到导热油加热器中。

如果是火力加热，可不用副池，沥青就在主池中被熔化，并直接被加热到 $90\sim 95^{\circ}\text{C}$ ，然后转输到其它加热器中，再被加热到工作温度。

如果副池中的沥青用远红外线加热，则可将其一直加热到工作温度。

图1-4所示为太阳能和远红外线综合加热沥青的贮仓，是我国湖北省公路局设计建造并正在使用的。

这种沥青贮仓的主池1利用太阳能将沥青熔化，而副池21则用远红外线将熔化的沥青再加热到工作温度。

主池主要由水泥混凝土池、屋架、玻璃盖板和防护罩等组成。为了把桶装沥青迅速运送到主池内，在池槽上方还敷设有轻便轨道线。为了维修玻璃盖板以及擦净玻璃，还设有工作梯。防护罩起保护玻璃盖板的作用，使它们不致被块状物击破。

主池的池槽是矩形的，长边应东西安排，以便有尽可能多的南向面积来接受太阳的辐射。池周壁应设有较好的保温层。池底面应高出地下水位 $0.8\sim 1\text{ m}$ ，并铺设一卵石滤水层和一砖砌层。这样既可防止地下水的渗入，又有利于池内水分的渗出。主池底面应向副池方向倾斜 $3\sim 5^{\circ}$ ，以利于沥青自流到副池，并让池底的水流到贮水槽14中、排出。如果池槽是建于山坡上，则在北墙外要开挖排水沟。池槽北、东两内墙面高出沥青液面的部分要抹上水泥并涂刷成白色，以利阳光反射到池内沥青上。

屋架顶面要向南倾斜，使正午时太阳光线与采光面（顶玻璃）垂直。若限于地形，主池的长边必须南北向布置，则可将屋顶面建成锯齿形，如图1-5所示。

屋架应有足够的刚性，其顶面安放玻璃的框架应十分平整，

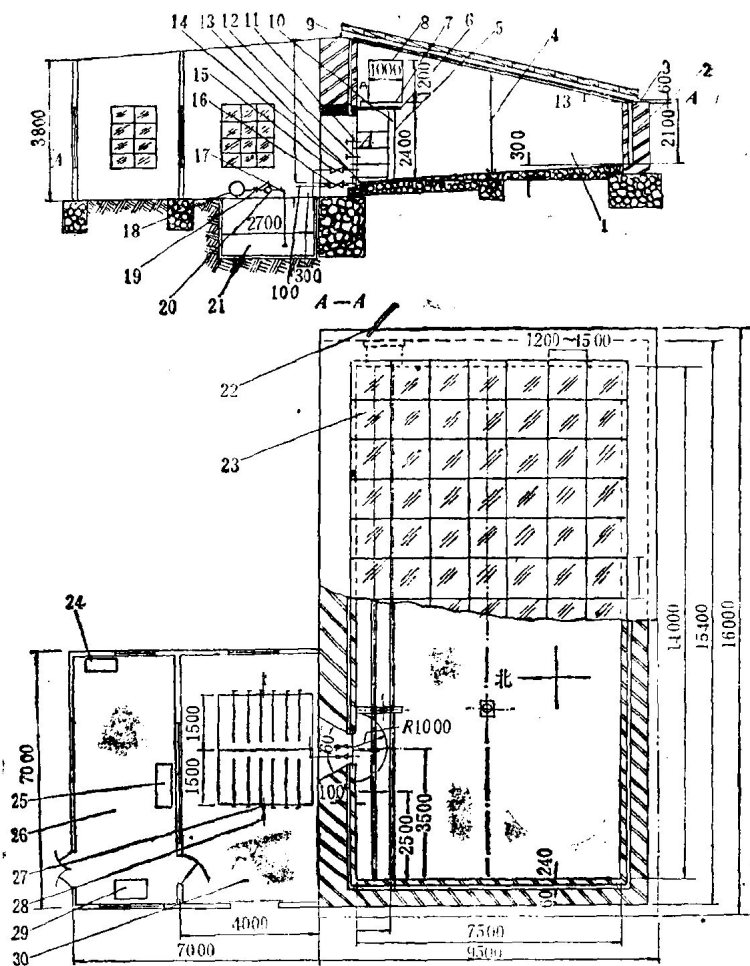


图1-4 采用太阳能——远红外线综合加热的沥青贮仓

1-主池；2-保温层；3-工作梯下轨道；4-支柱；5-运输轨道立柱，f-轨道下横梁；7-轨道；8-运料车；9-工作梯上轨道；10-筛网；11-远红外电热管；12-沥青输出口支架；13-沥青输出管；14-贮水槽；15-沥青输出阀；16-排水阀；17-沥青泵进油管；18-电动机；19-沥青输出管；20-沥青泵；21-副池；22-进料门；23-房顶玻璃；24-配电柜；25、29-控制台；26-控制室；27-电热管；28-放水阀；30-仓房