(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104279754 B
(45)授权公告日 2019.07.26

(21)申请号 201410505968.X

(22)申请日 2014.09.26

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104279754 A

(43)申请公布日 2015.01.14

(73)专利权人 广东工业大学
地址 510050 广东省广州市越秀区东风东路729号

(72)发明人 刘效洲 苏晓键 李瑞宇

(74)专利代理机构 北京献智知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11434
代理人 杨献智

(51)Int.Cl.
F24H 7/00(2006.01)
F24H 9/00(2006.01)
F23L 15/00(2006.01)
F23K 5/20(2006.01)
F01K 25/10(2006.01)
F01C 13/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 101634528 A,2010.01.27,说明书第1页倒数第4行-第3页倒数第6行.
RU 2210699 C2,2003.08.20,说明书第1页右栏第[0014]行-第2页右栏第[0035]行,附图1.
JP 2007120839 A,2007.05.17,全文.
CN 102345982 A,2010.02.08,全文.
CN 103398591 A,2013.11.20,说明书第[0008]-[0049]段,附图1.
CN 103388990 A,2013.11.13,全文.

审查员 孙万敏

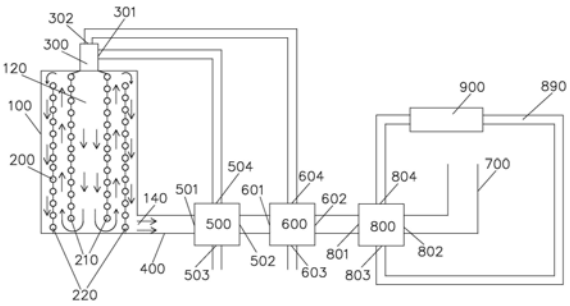
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

天然气导热油锅炉余热综合利用系统

(57)摘要

本发明公开一种天然气导热油锅炉余热综合利用系统,包括:炉体,炉体内设有用于加热导热油的炉膛;换热盘管,换热盘管布置于炉膛内,流经换热盘管的导热油在炉膛内被加热;喷嘴,喷嘴设置在炉体的上端壁上,用于将天然气和助燃空气喷射到炉膛内燃烧放热;以及烟气管道,烟气管道连接于炉体的烟气出口,用于将烟气排出至烟囱。该系统进一步在烟气管道中依次设置第一换热器和第二换热器,来自空气源的空气流经第一换热器被预热后输送至喷嘴,来自天然气源的天然气流经第二换热器被预热后输送至喷嘴。并且,该系统进一步包括由氟利昂蒸发器、双螺杆发电机以及氟利昂循环回路构成的余热发电装置,以进一步回收利用流经第二换热器后的烟气余热。



CN 104279754 B

1.一种天然气导热油锅炉余热综合利用系统,包括:

炉体,所述炉体内设有用于加热导热油的炉膛;

换热盘管,所述换热盘管布置于所述炉膛内,流经所述换热盘管的导热油在所述炉膛内被加热;

喷嘴,所述喷嘴设置在所述炉体的上端壁上,用于将天然气和助燃空气喷射到所述炉膛内燃烧放热;以及

烟气管道,所述烟气管道连接于所述炉体的烟气出口,用于将烟气排出至烟囱;

其特征在于:

进一步在所述烟气管道中依次设置第一换热器和第二换热器,来自空气源的空气流经所述第一换热器被预热后输送至所述喷嘴,来自天然气源的天然气流经所述第二换热器被预热后输送至所述喷嘴;以及

所述换热盘管在所述炉膛内布置成包括内套筒和外套筒的双套筒状,所述内套筒的顶端连接于所述炉体的上端壁,所述内套筒的底端与所述炉体的下端壁间隔开,所述外套筒的顶端与所述炉体的上端壁间隔开,所述外套筒的底端连接于所述炉体的下端壁,从而所述炉膛内的烟气由所述内套筒的中央区域流入所述内套筒与所述外套筒之间的区域,再流入所述外套筒与所述炉体内壁之间的区域,最后通过设置于所述炉体底部的烟气出口流入所述烟气管道;

其中,所述天然气导热油锅炉余热综合利用系统进一步包括余热发电装置,所述余热发电装置包括氟利昂蒸发器、双螺杆发电机以及氟利昂循环回路;所述氟利昂蒸发器设置于所述烟气管道中并位于所述第二换热器与所述烟囱之间;所述氟利昂蒸发器包括外壳、将外壳内部空间分隔为逆向平行的烟气流路和流体流路的中隔板、以及穿设在中隔板中的若干热管,其中,热管的蒸发端延伸于烟气流路中,热管的冷凝端延伸于流体流路中;液态氟利昂通过所述氟利昂循环回路进入所述氟利昂蒸发器的流体流路,在与流经所述氟利昂蒸发器的烟气流路的烟气换热后变成氟利昂蒸汽,氟利昂蒸汽通过所述氟利昂循环回路进入所述双螺杆发电机,做功发电后变为液态氟利昂进入下一工作循环;所述氟利昂蒸发器的热管内的工质为氨。

2.如权利要求1所述的天然气导热油锅炉余热综合利用系统,其特征在于,所述第一换热器包括外壳、将所述外壳内部空间分隔为逆向平行的烟气流路和流体流路的中隔板、以及穿设在所述中隔板中的若干热管,其中,所述若干热管的蒸发端延伸于所述烟气流路中,所述若干热管的冷凝端延伸于所述流体流路中,流经所述第一换热器的流体流路的空气与流经所述第一换热器的烟气流路的烟气换热。

3.如权利要求2所述的天然气导热油锅炉余热综合利用系统,其特征在于,所述第一换热器的热管内的工质为萘。

4.如权利要求1所述的天然气导热油锅炉余热综合利用系统,其特征在于,所述第二换热器包括外壳、将所述外壳内部空间分隔为逆向平行的烟气流路和流体流路的中隔板、以及穿设在所述中隔板中的若干热管,其中,所述若干热管的蒸发端延伸于所述烟气流路中,所述若干热管的冷凝端延伸于所述流体流路中,流经所述第二换热器的流体流路的天然气与流经所述第二换热器的烟气流路的烟气换热。

5.如权利要求4所述的天然气导热油锅炉余热综合利用系统,其特征在于,所述第二换

热器的热管内的工质为水。

天然气导热油锅炉余热综合利用系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种锅炉余热利用系统，特别涉及一种导热油锅炉余热利用系统。

背景技术

[0002] 面对日益严峻的环境问题和能源危机，全世界都在大力提倡节能减排，尤其是对于耗能和污染都较严重的工业窑炉相关产业，如何进行节能减排改造，已经成为本领域技术人员在设计该类设备时必须要考虑的因素。

[0003] 以导热油锅炉(热载体炉)为例，其烟气出口处的烟气温度通常会达到350摄氏度左右。如果将这些高温烟气直接排放到环境中，不但会造成能源浪费还会对环境造成一定程度的破坏。

[0004] 如中国专利200420027889.4号公开的一种带蒸汽发生器的有机热载体炉尾气余热回收装置，其包括与炉体连接的烟道和装在烟道中的空气预热器，空气预热器引风机，与烟道出口端连接的烟囱，在炉体与空气预热器之间的前段烟道上安装由壳体、汽包、管板、传热管组成的蒸汽发生器，蒸汽发生器的传热管中密封有传热工质，传热管下部位于壳体中，上部通过管板伸入汽包中，蒸汽发生器的壳体装在烟道中。排出有机热载体炉的高温烟气先经蒸汽发生器回收余热，再经空气预热器进一步回收余热。然而，该余热回收装置未揭示或建议如何利用烟气余热对燃料预热。

[0005] 又如中国专利201120203096.3号公开的一种热载体炉热量循环利用装置，它包括导热油锅炉、油泵和反应釜，所述导热油锅炉的烟道上设置有换热器，所述换热器的液体进口与油泵的出口相连，所述换热器的液体出口与导热油锅炉的导热油入口相连，所述导热油锅炉的导热油出口与反应釜加热装置相连。该热载体炉热量循环利用装置利用烟气余热对导热油进行预热，导热油预热后再进入导热油锅炉加热。然而，该热量循环利用装置未揭示或建议如何利用烟气余热对燃料和空气进行预热。

[0006] 再如中国专利申请201110199088.0号公开的一种燃油燃气有机热载体炉，具有筒体和盘管，所述筒体是横截面为方形的箱体，所述盘管是由若干直线状单体管连接而成且整体横截面为方形的方箱形盘管，该燃油燃气有机热载体炉的燃烧室辐射段采用方箱形盘管结构，通过弯制钢管焊接组装而成，而且对流段采用若干段蛇形对流管结构，并将空气预热器集成于锅炉本体内部。然而，该余热回收装置未揭示或建议如何利用烟气余热对燃料预热。

[0007] 因此，提供一种能够充分利用烟气余热、提高燃烧效率的天然气导热油锅炉余热综合利用系统成为业内急需解决的问题。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种天然气导热油锅炉余热综合利用系统，其能够充分回收利用高温烟气余热、提高燃烧效率。

[0009] 根据本发明的一个方面，提供一种天然气导热油锅炉余热综合利用系统，包括：炉

体，炉体内设有用于加热导热油的炉膛；换热盘管，换热盘管布置于炉膛内，流经换热盘管的导热油在炉膛内被加热；喷嘴，喷嘴设置在炉体的上端壁上，用于将天然气和助燃空气喷射到炉膛内燃烧放热；以及烟气管道，烟气管道连接于炉体的烟气出口，用于将烟气排出至烟囱。其中，该系统进一步在烟气管道中依次设置第一换热器和第二换热器，来自空气源的空气流经第一换热器被预热后输送至喷嘴，来自天然气源的天然气流经第二换热器被预热后输送至喷嘴。

[0010] 可选择地，第一换热器可以包括外壳、将外壳内部空间分隔为逆向平行的烟气流路和流体流路的中隔板、以及穿设在中隔板中的若干热管，其中，若干热管的蒸发端延伸于烟气流路中，若干热管的冷凝端延伸于流体流路中，流经第一换热器的流体流路的空气与流经第一换热器的烟气流路的烟气换热。

[0011] 可选择地，第二换热器可以包括外壳、将外壳内部空间分隔为逆向平行的烟气流路和流体流路的中隔板、以及穿设在中隔板中的若干热管，其中，若干热管的蒸发端延伸于烟气流路中，若干热管的冷凝端延伸于流体流路中，流经第二换热器的流体流路的天然气与流经第二换热器的烟气流路的烟气换热。

[0012] 可选择地，第一或第二换热器还可以为表面式换热器，即，温度不同的两种流体在被壁面分开的空间里流动，通过壁面的导热和流体在壁表面对流，两种流体之间进行换热。

[0013] 优选地，换热盘管可以在炉膛内布置成包括内套筒和外套筒的双套筒状，内套筒的顶端连接于炉体的上端壁，内套筒的底端与炉体的下端壁间隔开，外套筒的顶端与炉体的上端壁间隔开，外套筒的底端连接于炉体的下端壁，从而炉膛内的烟气由内套筒的中央区域流入内套筒与外套筒之间的区域，再流入外套筒与炉体内壁之间的区域，最后通过设置于炉体底部的烟气出口流入烟气管道。

[0014] 可选择地，喷嘴包括天然气入口以及助燃空气入口，天然气入口设置于喷嘴的顶壁，助燃空气入口设置于喷嘴的侧壁。优选地，助燃空气入口可以沿着切向设置于喷嘴的侧壁，以使助燃空气和天然气的混合物以旋流方式喷射至炉膛内。

[0015] 其中，来自空气源(比如风机或进气管道)的20摄氏度左右的室温空气，经第一换热器预热后的温度设定为250～280摄氏度，优选地为260摄氏度左右。

[0016] 其中，来自天然气源(比如燃气罐或者燃气管道)的20摄氏度左右的室温天然气，经第二换热器预热后的温度设定为100～150摄氏度，优选地为120摄氏度左右。

[0017] 其中，炉体底部的烟气出口处的烟气温度一般为300～400摄氏度，比如350摄氏度左右。经过第一换热器后的烟气温度设为130～170摄氏度，比如150摄氏度左右。经过第二换热器后的烟气温度设为100～130摄氏度，比如120摄氏度左右。

[0018] 优选地，可以进一步设置余热发电装置，余热发电装置包括氟利昂蒸发器、双螺杆发电机以及氟利昂循环回路，氟利昂蒸发器设置于烟气管道中并位于第二换热器与烟囱之间。

[0019] 可选择地，氟利昂蒸发器可以包括外壳、将外壳内部空间分隔为逆向平行的烟气流路和流体流路的中隔板、以及穿设在中隔板中的若干热管，其中，热管的蒸发端延伸于烟气流路中，热管的冷凝端延伸于流体流路中；液态氟利昂通过氟利昂循环回路进入氟利昂蒸发器的流体流路，在与流经氟利昂蒸发器的烟气流路的烟气换热后变成氟利昂蒸汽，氟利昂蒸汽通过氟利昂循环回路进入双螺杆发电机，做功发电后变为液态氟利昂进入下一工

作循环。

[0020] 其中，经过氟利昂蒸发器后的烟气温度一般设为50～80摄氏度，比如60摄氏度左右。30摄氏度左右的液态氟利昂，经氟利昂蒸发器后的氟利昂蒸汽温度设定为100摄氏度左右。

[0021] 可选择地，双螺杆发电机可以采用螺杆膨胀机发电技术，其工作原理是通过阴阳螺杆槽道中热流体的体积膨胀，推动阴阳螺杆向相反方向旋转，实现将热能转换成机械能的做功过程。

[0022] 可选择地，第一/第二换热器或氟利昂蒸发器的热管内的工质可以选择液态钠、钾、萘、水或氨等工质。优选地，第一换热器的热管内的工质为萘，第二换热器的热管内的工质为水，氟利昂蒸发器的热管内的工质为氨。

[0023] 本发明的有益效果是：(1)、采用第一换热器和第二换热器对空气和天然气进行双预热，充分提高了热载体炉的燃料燃烧效率；(2)、采用第一换热器、第二换热器、余热发电装置进行三级换热，充分提高了热载体炉的烟气余热回收率；(3)、换热盘管在炉膛内布置成双套筒状，充分提高了热载体炉的导热油换热效率。

附图说明

[0024] 图1示出了本发明天然气导热油锅炉余热综合利用系统的示意图。

具体实施方式

[0025] 请参照图1，根据本发明的一种实施方式，天然气导热油锅炉余热综合利用系统包括：炉体100、换热盘管200、喷嘴300、烟气管道400、第一换热器500、第二换热器600以及烟囱700。

[0026] 其中，炉体100内设有炉膛120。换热盘管200布置于炉膛120内用于将导热油送入炉膛内加热。喷嘴300设置在炉体100的上端壁上用于将天然气和助燃空气喷射到炉膛内燃烧放热。烟气管道400一端连接于炉体100的烟气出口140而另一端连接于烟囱700。

[0027] 其中，第一换热器500及第二换热器600间隔布置在烟气管道400中，且位于炉体100的烟气出口140与烟囱700之间。第一换热器500包括烟气入口501、烟气出口502、空气入口503和空气出口504。来自空气源的空气通过空气入口503进入第一换热器500内与通过烟气入口501进入第一换热器500内的高温烟气换热，被预热的空气通过空气出口504输送至喷嘴300的助燃空气入口301，经过一级换热的烟气通过烟气出口502流向第二换热器600。第二换热器600包括烟气入口601、烟气出口602、天然气入口603和天然气出口604。来自天然气源的天然气通过天然气入口603进入第二换热器600内与通过烟气入口601进入第二换热器600内的烟气换热，被预热的天然气通过天然气出口604输送至喷嘴300的天然气入口302，经过二级换热的烟气通过烟气出口602流向烟囱700。

[0028] 作为一种非限制性实施方式，第一换热器500包括外壳、将外壳内部空间分隔为逆向平行的烟气流路和空气流路的中隔板(未图示)、以及穿设在中隔板中的若干热管(未图示)，其中，若干热管的蒸发端延伸于烟气流路中，若干热管的冷凝端延伸于空气流路中，其中，第一换热器的热管内的工质为萘。同样，第二换热器600包括外壳、将外壳内部空间分隔为逆向平行的烟气流路和天然气流路的中隔板(未图示)、以及穿设在中隔板中的若干热管

(未图示),其中,若干热管的蒸发端延伸于烟气流路中,若干热管的冷凝端延伸于天然气流路中,其中,第二换热器的热管内的工质为水。

[0029] 作为另一种非限制性实施方式,换热盘管200在炉膛内布置成包括内套筒210和外套筒220的双套筒状。内套筒210的顶端连接于炉体的上端壁,内套筒210的底端与炉体的下端壁间隔开。外套筒220的顶端与炉体的上端壁间隔开,外套筒220的底端连接于炉体的下端壁。从而,炉膛120内的烟气由内套筒210的中央区域流入内套筒210与外套筒220之间的区域,再流入外套筒220与炉体100内壁之间的区域,最后通过设置于炉体底部的烟气出口140流入烟气管道400。

[0030] 作为又一种非限制性实施方式,该系统进一步设置余热发电装置,余热发电装置包括氟利昂蒸发器800、双螺杆发电机900以及氟利昂循环回路890,氟利昂蒸发器800设置于烟气管道400中并位于第二换热器600与烟囱700之间。氟利昂蒸发器800包括外壳、将外壳内部空间分隔为逆向平行的烟气流路和流体流路的中隔板(未图示)、以及穿设在中隔板中的若干热管(未图示),热管的蒸发端延伸于烟气流路中,热管的冷凝端延伸于流体流路中,其中,氟利昂蒸发器的热管内的工质为氨。来自氟利昂循环回路890的液态氟利昂通过氟利昂蒸发器800的氟利昂入口803进入氟利昂蒸发器800的流体流路。来自第二换热器600的烟气通过氟利昂蒸发器800的烟气入口801进入氟利昂蒸发器800的烟气流路。液态氟利昂与烟气换热后变成氟利昂蒸汽从氟利昂蒸发器800的氟利昂出口804通过氟利昂循环回路890进入双螺杆发电机900。烟气与液态氟利昂换热后温度进一步降低并通过氟利昂蒸发器800的烟气出口802流向烟囱700。氟利昂蒸汽在双螺杆发电机900中做功发电后变为液态氟利昂进入下一工作循环。

[0031] 根据本发明的节能系统,炉体底部的烟气出口140处的烟气温度一般为350摄氏度左右。经过第一换热器后的烟气温度为150摄氏度左右。经过第二换热器后的烟气温度为120摄氏度左右。经过第二换热器后的烟气温度为120摄氏度左右。经过氟利昂蒸发器后的烟气温度为60摄氏度左右。来自空气源(比如风机或进气管道)的20摄氏度左右的室温空气,经第一换热器预热后温度上升为260摄氏度左右。来自天然气源(比如燃气罐或者燃气管道)的20摄氏度左右的室温天然气,经第二换热器预热后温度上升为120摄氏度左右。来自氟利昂循环回路的30摄氏度左右的液态氟利昂,经氟利昂蒸发器后的氟利昂蒸汽温度为100摄氏度左右。从而,该系统在节能利用了烟气余热的同时,充分提高了燃烧效率。

[0032] 尽管在此已详细描述本发明的优选实施方式,但要理解的是本发明并不局限于这里详细描述和示出的具体结构,在不偏离本发明的实质和范围的情况下可由本领域的技术人员实现其它的变型和变体。例如,第一或第二换热器采用诸如表面换热器之类的其它类型换热器,或者,换热盘管在炉膛内布置成三层或更多层套筒状。此外,系统各处的温度或压力等参数可以根据具体使用条件在本发明所公开的范围内适当选取。

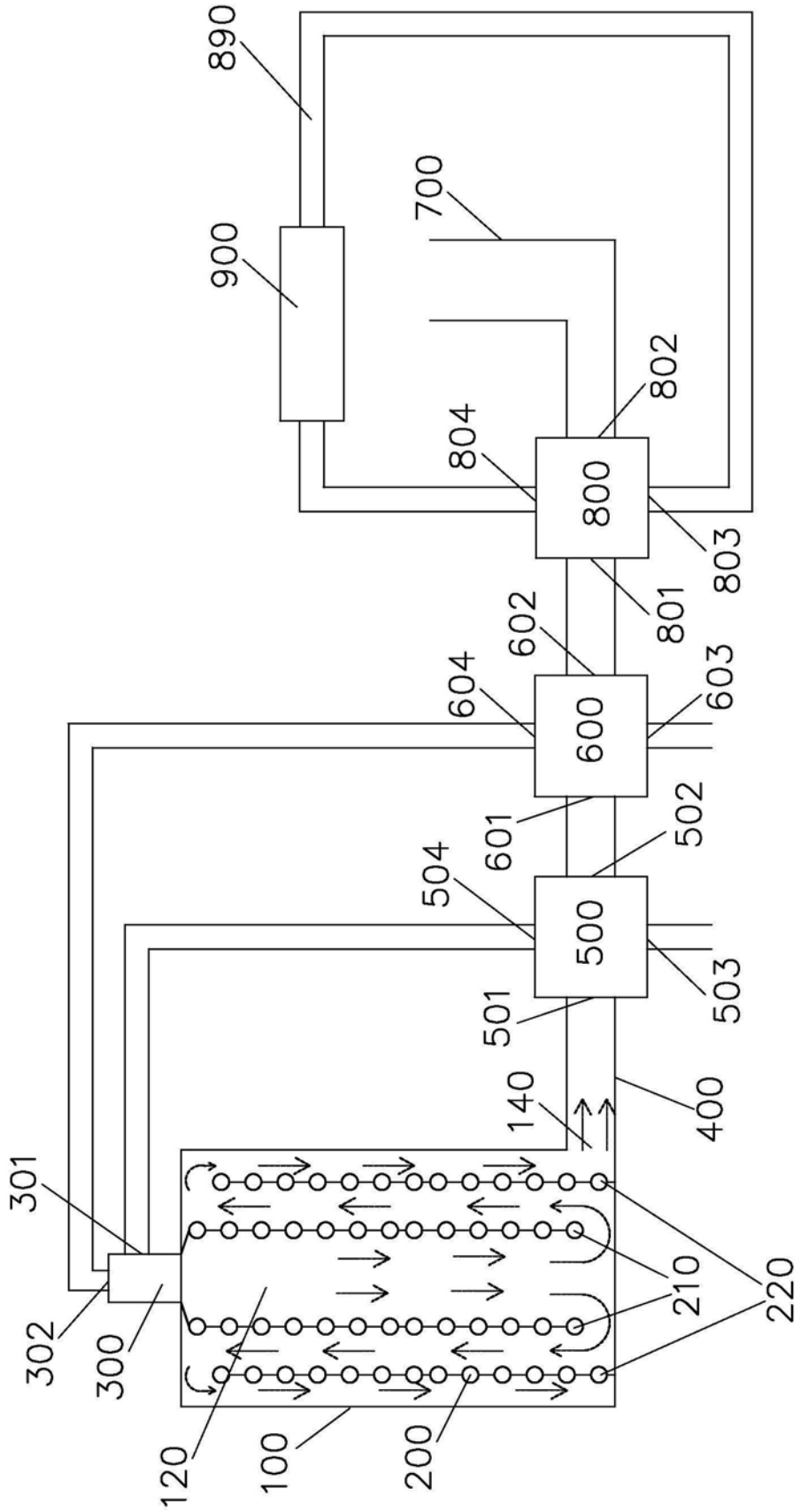

890
700
900
802
804
800
803
801
602
604
603
600
601
502
504
500
503
501
140
400
301
210
220
302
300
120
100
200

图1