

净化工程洁净管道安装施工工艺图文

引言

GMP(GOODMANUFACTURING PRACTICES, 药品生产质量管理规范)是药品生产质量管理规范的简称,是对药品生产一种先进、科学的管理方法。在GMP章节中,对洁净管道的材料、布置、设备等都提出了要求,即“与药品直接接触的设备表面应光洁、平整、易清洗或消毒、耐腐蚀、不与药品发生化学反应或吸附药品”。洁净管道有着各系统独立、专业性强等特点,因此本文从药厂洁净管道材质选择,施工安装,试压酸洗钝化等方面进行阐述,旨在提高施工单位对洁净管道系统安装及处理的重要性的认识,同时对从事该专业工作的人员起到一定的借鉴作用。

1. 药厂洁净管道系统分类

制药行业的管道系统主要用于工艺用水、用气、无菌洁净物料的输送,可粗略地分为原料药管道和制剂管道两种性质管道,医药制剂领域相对于原料药领域,所要输送的介质相对比较常见,主要集中在软化水、纯化水、注射用水、纯蒸汽、工艺压缩空气系统管道等。

2. 洁净管道材质与规格的选择

对于洁净管道的材质，GMP 对此有着严格的要求，管道内的药品与管道材料不能发生任何化学反应。目前能很好满足此要求，应用广泛的是奥氏体不锈钢，常见的品种有 316L(00Cr17Ni14Mo2)、316(0Cr17Ni12Mo2)、304L(00Cr19Ni11)、304(0Cr19Ni9)，这些不锈钢的共性是耐蚀，具有高化学稳定性的特性，并且焊接性能很好。但此类不锈钢在某些介质情况下使用，会产生晶间腐蚀和点蚀等类型的腐蚀，特别是在含氯离子中尤会产生腐蚀，因此通常选用超低碳或低碳的 316L 或 304L，316L 由于钼成分增加，使其更具抗腐蚀性，因此这种材质是最适合制药洁净管道的一种材质，也是 FDA 极力推荐使用的管材。

在选购 316L 不锈钢管道时，不仅要生产厂家提供完整的材料检验报告，尤其注意外径与壁厚要满足设计中要求卫生级不锈钢管执行的标准，同时还要仔细查看管口的平整度，管壁厚薄是否均匀，管道外表有无机械碰痕，现场可检测管道的内表面粗糙度是否达到 $Ra \leq 0.28 \mu m$ ，若未达到将不易获得良好的酸洗钝化效果。

对于洁净管道的规格参数标准，目前有众多标准：ISO/SMS（国家标准），ASME BPE/3A（美国标准卫生级规格），DIN11866/11850（德国标准化学会标准），IDF（国际乳品联合会标准），GB12075 等，选用何种标准要符合业主设计要求，常用的有 ASME BPE 和 DIN11850

规格，以 ASME BPE 管子规格外径壁厚为例，详见下表。

表 2-1 ASME BPE 管子规格

卫生级不锈钢管应根据不同要求实行不同的抛光处理，不同系统的管道内外表面抛光度要求略有不同，BPE 没有规定外表面光洁度，但 $0.8\text{ }\mu\text{m}$ 是被广泛使用的要求。具体抛光度要求如下表所示。

表 2-2 不同系统管道抛光度要求

3. 洁净管道的安装

3.1 施工流程

由于管道所输送的是洁净的介质，内表面还需经过严格的脱脂、酸洗、钝化处理。因此，洁净管道系统没必要每段管道都采用快装卡箍连接，多采用惰性气体保护焊为主，只是在使用点需安装阀门的连接处采用快装卡箍连接。具体流程如下图所示。

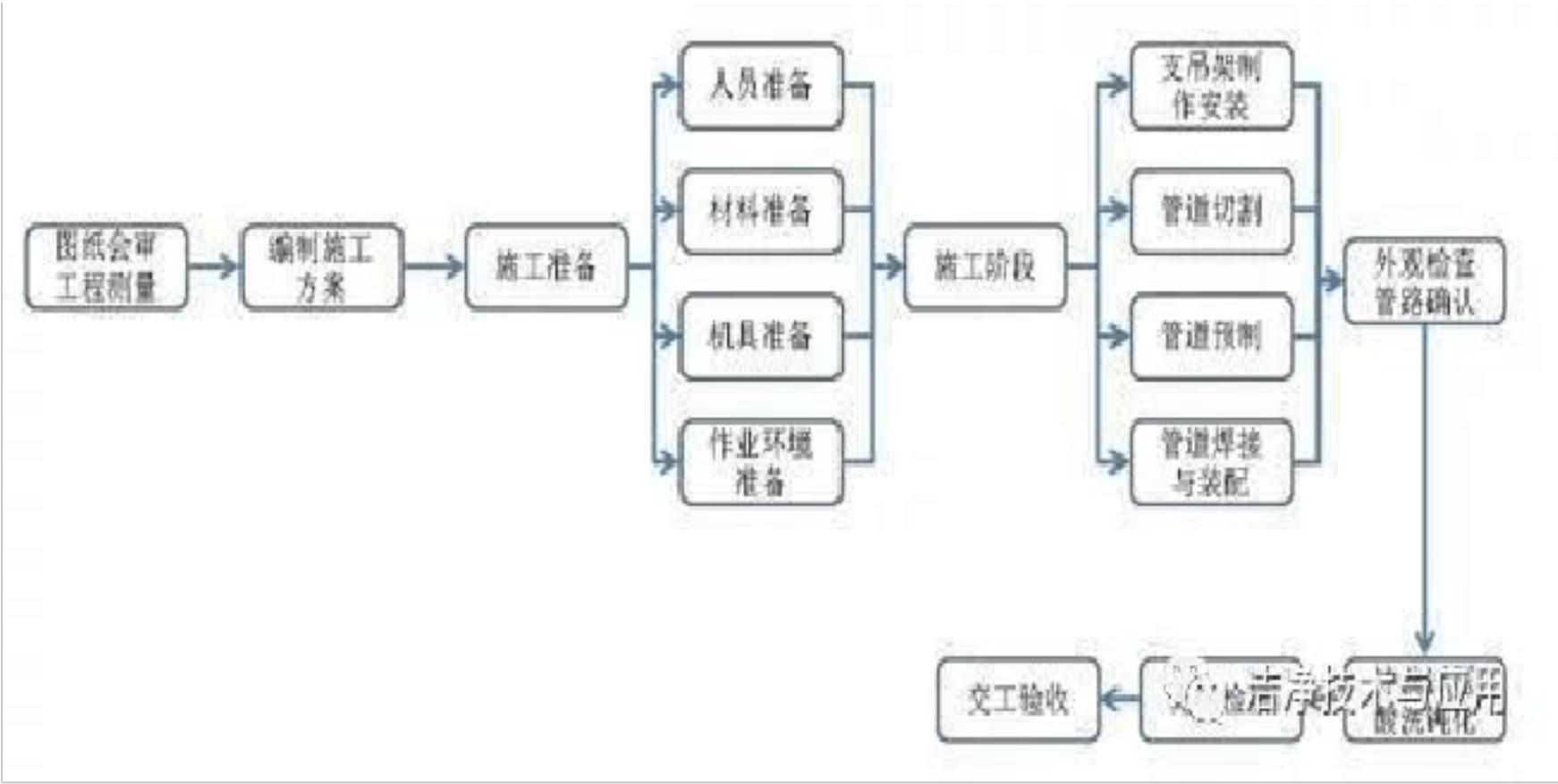


图 3-1 洁净管道施工流程

3.2 施工准备注意事项

人员准备方面，要预先对具有资质的施工人员进行施工培训，明确工程情况、施工技术要求和相关施工规范，特别是卫生级配管方面的清洁和 GMP 的相关要求和规定，完成技术交底，双方确认签字后保存交底记录。

材料准备方面，卫生配管材料进入现场需有材料质量合格证书，并提供妥善的保管场所。在保管中，应分品种、材质、规格分门保管。管子、阀门、管件、特殊部件置于木制货架上，若置于地面上，地面应铺设无尘的橡胶板或纸板。同时，材料保管范围内，不得带入碳钢材料，并应保持清洁。

机具准备方面，施工机械、工具在使用前需进行检查，并彻底清洗，表面不得有油污和其他脏物。同时，待用材料非到用时不得拆封和去除标识。特别注意的是，焊接气和保护气的纯度满足最小纯度为99.999%以上，如果气源达不到要求，要进行二次过滤。

作业环境准备方面，施工场地应彻底清扫干净，并铺设无尘的橡胶板或纸板。在作业期间每日应清理废旧料并用吸尘机或湿净拖畚清洁1~2次；在进行卫生级配管作业时不得进行非不锈钢作业，同时严禁将碳钢材料和附有油脂类的工具带入现场；进入现场，必须穿戴清洁工作服、胶鞋和软质帽子。

特别注意的是，洁净厂房内高纯气体管道的预制场所，其洁净要求应与管道安装场所的洁净度要求一致，否则将很难控制所预制的管道不受污染，因此预制房的搭建是不容忽视的。管道可能安装在不同洁净等级的房间，应按安装场所的最高洁净等级的要求来搭建预制房。预制房应尽可能在厂房暂不使用的房间内搭设，用防静电厚塑料膜围护，采用FFU或高效过滤器及低压风机用风管连通（要有调节阀，以获得必要的室内正压），完成上送风、下侧四周排风的空调系统，同时室内要有充足的照明。

3.3 施工阶段控制

支架制作与安装过程中，应注意若采用碳素钢支吊架、碳素钢管卡时必须是镀锌件，且不锈钢管道与其接触处应采用不产尘的非金属材料隔离。

管道切割过程中，卫生管切割需用专用的不锈钢轮式切割机或使用专用的轨道切割机进行，切割机在使用前必须彻底清洗表面油腻和灰尘，割刀专用；严格根据图纸的指示，切割下料尺寸；切割时管内填塞无毛白布，白布上栓白线绳，白线绳必须露出管外 10cm 以上，防止切屑进入管内，切割后取出白布切割后管口毛刺用锉刀去除，锉刀专用；切割面用洁净无毛白布蘸酒精擦拭；切割面应平整，并与管中心线垂直，适合自动氩弧焊机进行 I 型坡口和无间隙焊接的需要。

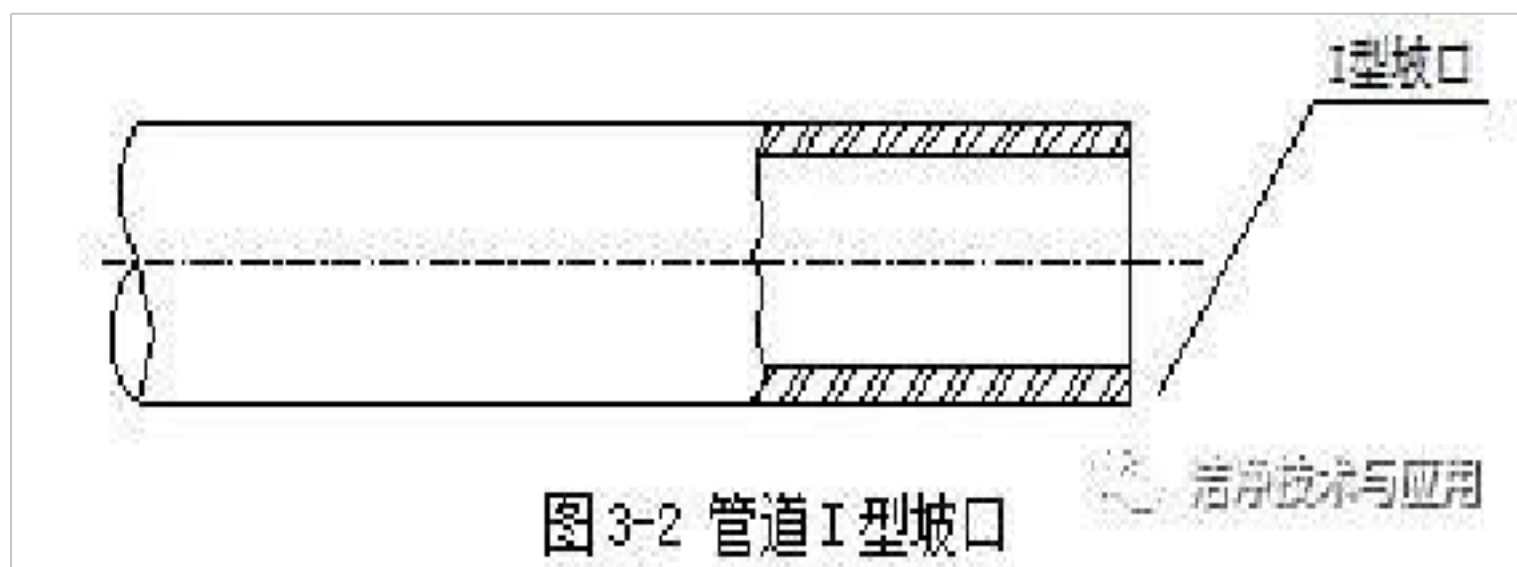


图 3-2 管道 I 型坡口

管道预制过程中，为保持预制件的洁净度，管段预制应在预制洁净室内进行；严格依照设计指示的分段进行预制段的组装，封闭段的制作，待各预制管段安装并经测量后再进行组装；预制段管端应用塑料帽堵封严密，并用发泡塑料薄膜包装；按照图纸核对预制段编号，编号写于贴在预制段的不干胶纸上，再用透明胶带固定。

管道焊接与装配过程中，优先采用整套全自动钨极氩弧焊接设备，若有特殊处需手工氩弧焊时，应采用快速冷却，低电流，以防焊接接头过热，焊后快速冷却。具体流程如下图所示。

图 3-3 管道焊接装配流程

卫生级管道采用直流电源的正极性焊接是最理想的，同时氩弧焊的焊接电压一般控制在 10~20 V；在焊接过程中，要通过试焊来调整焊机参数，在试焊的焊样满足要求的前提下进行正式焊接；一组焊接结束后，仍要做焊样，施工结束的焊样要和施工开始时的焊样保持同等焊接效果，则可以认为本次焊接满足要求。否则，要对本次的所有焊口进行检查确认，直至满足效果为止。每焊完一个焊口，应用细不锈钢丝刷（ $\phi 0.25\text{mm}$ 不锈钢丝，刷丝整体高度 15mm）趁热时清除表面痕迹。焊口焊接完成，经相关人员检验合格，需在焊口处刻蚀或贴标签；标签编码。焊接用的钨棒规格应与焊头、管子外径相匹配，钨棒起弧端与管外壁间距离应在 0.75mm~1.75mm 范围内。焊前应用氩气彻底吹除，调整到焊接通氩气量后，在施焊过程中要始终保持氩气流通。管段焊接完成后，立即加盖密封管帽。

管道对接焊接时，必须保证正确的接头间隙和接头的对正性。为了保证焊接接头不出现错位现象，可用靠模来检验；对接正确后就可

进行定位焊接，以防止在焊接过程中由于焊件翘曲变形等原因使焊接接头待焊处出现错位等现象，其可采用交叉点焊法进行定位。具体焊接装配过程如下图所示。

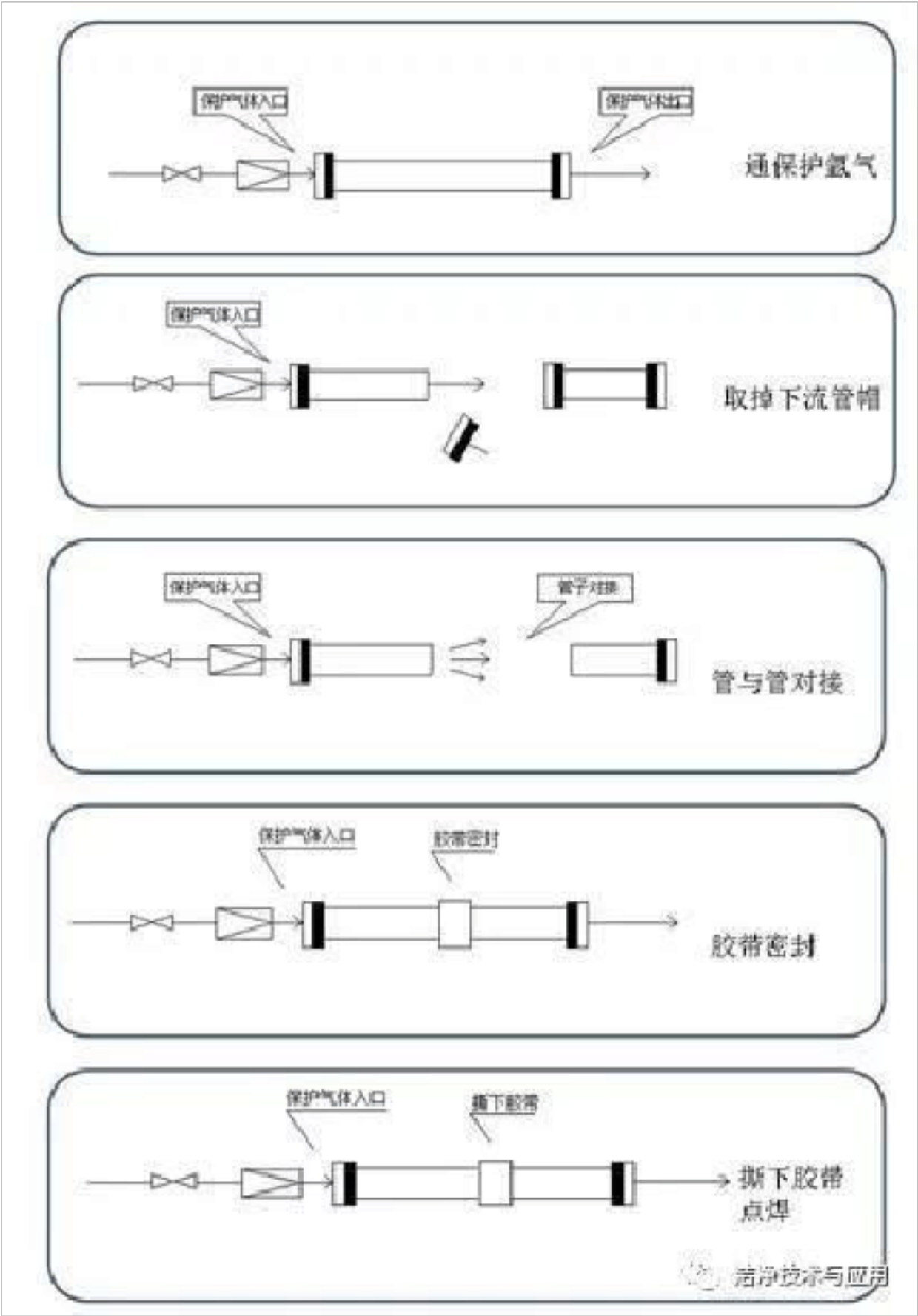


图 3-4 管道装配示意图

卫生级管道的焊接作业完成后均应进行表面抛光处理。同时在焊后检查确定焊缝表面存在外观形状缺陷，也必须进行处理，将缺陷全部消除。根据实际情况可以采用机械修磨与电化学抛光、化学抛光相

结合的方法进行处理，必要时还应采取合理的补焊工艺加以修补，使表面达到卫生管道所要求的标准。另外，机械修磨的部位必须修磨成圆滑过渡状再采用化学或电化学抛光。

此外，根据 GMP 要求，在进行管道设计安装的时候，要避免盲管和死角。因此，洁净管道穿过洁净室墙壁或楼板处的管段不应有焊缝。管道与墙壁或楼板之间应采取可靠的密封措施，并用装饰板封堵。

3.4 管道试压与酸洗钝化

洁净管道系统安装结束后，应进行管路试压，试验压力一般取管道工作压力的 1.5 倍，并且不得低于 0.3Mpa。试验介质根据卫生管道内输送的介质不同而不同，如注射用水、纯化水等液体输送道可用纯化水试压，又如纯蒸汽、洁净压缩空气等管路可用洁净压缩空气试压。检查结果无渗漏为合格。

为保证洁净管道系统内表面的洁净程度，使所输送的洁净介质不与管道内表面的金属离子发生化学反应，不污染介质，以保证产品质量，必须对管道内表面进行脱脂、酸洗、钝化处理，具体流程如下图所示。

图 3-5 脱脂、酸洗、钝化流程图

准备工作过程中，首先应整理设计图纸、施工记录，画出管道竣工图，包括各使用点的位置、阀门的布置、管径及长度等；再根据洁净管道的管径和长度计算出管道的总容积 V_1 ，配备一个容积 $V_2=1.5V_1$ 的配液槽和一个容积 $V_3=2V_2$ 的酸碱中和罐（用来中和管道脱脂、酸洗、钝化所排出的污水）；最后根据配液槽的容积、装料系数及所配酸碱液的浓度计算并准备好足够使用量的酸碱；确保管路与配液槽、循环水泵构成循环系统。

纯化水预冲洗时，先循环冲洗 15~30min，然后一边排水一边加入纯化水，直至排出的水清洁，无可见异物，循环系统中最好能装流量计。

脱脂时，往配液槽中加入 NaOH，配成 3% 的 NaOH 溶液，循环 2h 后，通过中和罐中和处理后排放。然后立刻进行水冲洗，循环 10min 后，边进水边排水，待出水为中性时停止。

酸洗时，往配液槽中加入 48% HNO_3 和 99% HF ，配成 20% 的 HNO_3 溶液和 3% 的 HF 溶液，循环 1.5h 后，通过中和罐中和后排放。然后立刻进行水冲洗，循环 10min 后，边进水边排水，待出水为中性时停止。

钝化时，往配液槽中加入 48% HNO_3 ，配成 20%的 HNO_3 溶液，循环 2h 后，通过中和罐中和后排放。然后立刻进行水冲洗，循环 10 min 后，边进水边排水，待出水的电阻率与进水一致时，再循环冲洗 15min。最后将管路全部排空，关闭各阀门将系统恢复到正常状态。

酸洗钝化结束后，进行效果检验，将配制好的赤血盐硝酸溶液涂在内表面上，观察变色情况，5~10s 变色为不合格，10~20s 变色为合格，如 20s 以上才变色表明酸洗钝化效果优良。同时，上述清洗、钝化、消毒过程及其参数应加以记录。

3.5 洁净管道消毒灭菌

洁净管道管路在正式使用前还必须进行消毒灭菌。针对不同系统应有合适的清洗消毒方式，以减低系统中的微生物水平。如纯化水系统可采用热水巴氏消毒方式，注射用水系统可采用 121℃过热水灭菌方式。值得注意的是，消毒和杀菌定义略有不同，消毒是指杀灭或清除传播媒介上病原微生物，使其达到无害化的处理。而灭菌是指杀灭或清除传播媒介上一切微生物的处理。因此，紫外线、巴氏循环、臭氧只能算消毒，过热水、纯蒸汽灭菌可算灭菌。

结语

洁净管道在药品制备过程中具有重要的作用，同时也是 GMP 要求中不可或缺的方面，因此严格遵守 GMP 及相关规范要求，对洁净管道从选材到施工完成各个环节严格把控，是保证药品质量的重要因素；同时也希望使洁净管道系统在制药行业得到更加成熟的应用。

最新版空气源热泵设计、施工技术要点与指导

设计、选型要点及注意事项

1. “住宅户式空气源热泵和太阳能供热系统应用技术导则”颁布实施，机组应能够在不低于 -15°C 的环境里进行供热、设计工况的供热性能系数 COP 不低于 2.0。是确定空气源热泵热水机组可作为北京地区供暖热源的一个重要参数。

厂家样本上的标出冬季制热量、能效比（不加说明），一般指标准工况（名义工况）下的制热量、能效比（干球温度 7°C ，湿球温度 6°C ，）冷热水热泵机组名义工况的最低制冷性能系数额定制冷量 $>50\text{kW}$ ，COP 不应低于 2.6。

标准工况能效比测试数据：

1) 以上热水工况参数在环境温度 20°C ，水温从 15°C 升到 55°C

测定。

2) 制冷工况参数在进水温度 12°C ，出水温度 7°C ，室外环境温度 35°C 测定。

3) 制热工况参数在进水温度 40°C ，出水温度 45°C ，室外（环境温度）干球温度 7°C 测定。

实际上制热量能效比随干球温度、湿球温度变化的。如果选择空气源热泵机组单台制热量时，应参照当地的气象。

资料，查当地冬季空调室外计算干球温度相适应制热量，并计算出能效比；当室外计算干球温度 -10°C 的地区，应采用低温空气源热泵机组。

3. 夏季名义工况的制冷性能系数（能效比），为室外干球温度为 35°C ，供水温度为 7°C ，单位名义制冷量时的水容量为 $0.172\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{kW})$ （相当于 5°C 供回水温差）时的机组供冷量(W)与室外主机输入功率(W)之比。

说明：应按满足冬季供暖负荷和夏季空调负荷二者中的较大规格选型；

4. 循环泵应满足系统冬季设计供热工况和夏季制冷工况所需流量和扬程的较大值；冬季地面供暖系统和夏季风机盘管系统循环泵系统阻力应匹配；选择开式水箱或闭式承压水箱时应考虑系统阻力的不同。

5. 空气源热泵的一个缺点就是在低温及潮湿环境下，空气源热泵机组蒸发器表面极易结霜冻冰，机组的出力（能效比）和运行稳定性受到很大的影响，通过大量的工程实践证明，冬季，在南方潮湿地区、北方寒冷地区，通过能效比的测试发现等质化的空气源热泵在工程中使用，而制热效果相差悬殊。（主要融霜原因）应具有先进可靠的融霜控制，融霜时间总和不应超过运行周期时间的 20%。在确定空气源热泵机组冬天的制热量时，应根据融霜情况采用融霜修正系数进行修正。

6. 供暖系统主要末端设施宜采用热水地面辐射供暖；供回水温差不宜大于 5°C ，且不宜小于 3°C 。限制温差下限不小于 3°C 是为了避免选择过大设备，否则定型水泵流量过大会产生小温差大流量的不节能现象。

7. 注意选对机组：

无论增焓、变频、双级压缩技术，设计者不能根据标准工况下的（产品样本）供热量选用机组，而应该按照用户所在地区的供暖设计工况及热泵在所需供水温度下的供热量来选用机组，这样空气源热泵才会是实现它的节能效果。

过低运行电压，严重制约空气源热泵供热的出力，应引起关注。

这种现象，特别是农村，大批量设备集中用电时，无论（380、220V）运行电压不稳，过低，不但出现制约空气源热泵供热的出力，没有保护措施有可同会产生烧毁设备。提问有关生产厂家问题：

8. 空气源热泵供暖末端多样化问题

有人提出空气源热泵供暖选用末端多样化问题，例如：1、风机盘管供暖，2、散热片供暖，3、地板辐射供暖。这种类似提法不太科学。

空气源热泵冬季在室外较低温度的供暖设计工况下，冷凝温度和供水温度有一定限制，因此，设计水温不能过高。

空气源热泵冬季生产的热水温度 $35^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ 。供水温度 45°C 以下，供回水温差 5°C ，且不宜小于 3°C 。

风机盘管供暖供水温度 60°C 以下，供回水温差 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$ 。

散热片供暖供水温度常规 $95^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$ ，二次网设计参数 $75^{\circ}\text{C}/50^{\circ}\text{C}$ ，供回水温差不宜小于 20°C 。

地板辐射供暖规程 $60^{\circ}\text{C}/50^{\circ}\text{C}$ ，地板辐射供暖每平方米散热量与什么有关？规程 JGJ142-2012 附录 B1.3 给出地面采用不同的导热系数、加热管的种类、不同的供回水平均温度（ 35 、 40 、 45 、 50 、 55°C ）、不同的室内温度、不同的加热管间距。

空气源热泵供水温度 45°C ，供回水温差 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，而地板辐射供暖规程 $60^{\circ}\text{C}/50^{\circ}\text{C}$ ，两者之间怎样处理？

热水混凝土填充式热水供暖地面单位面积散热量

当采用导热系数为 $0.38\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的 PE-X 管时，单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失可按下表选用：

平均	室内空气	加热管间距(mm)									
水温	温度	500		400		300		200		100	
(℃)	(℃)	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
45	16	100.6	27.9	113.8	28.4	128.6	29.4	144.3	30.4	159.6	32.0
	18	93.7	26.1	106.0	26.7	119.7	27.5	134.3	28.5	148.5	30.0
	20	86.9	24.4	98.2	24.9	110.9	25.6	124.4	26.6	137.4	27.9
	22	80.0	22.6	90.4	23.1	102.1	23.7	114.4	24.7	126.4	25.9
	24	73.2	20.9	82.7	21.3	93.3	21.8	104.5	22.7	115.7	23.9

注：PE-X 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失
(W/m2)

(面层为水泥、石材或陶瓷热阻 R=0.02(m2·K/W))

空气源热泵混凝土填充式热水供暖地面单位面积散热量

供水	室内空气	加热管间距(mm)									
温度	温度	500		400		300		200		150	
(℃)	(℃)	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
45	14	91.7	33.8	105.5	33.2	122.2	30.6	139.4	31.6	148.0	32.2
	16	85.3	30.8	98.2	31.3	113.7	28.5	129.6	29.4	137.6	30.1
	18	78.9	28.8	90.8	29.2	105.2	26.5	119.9	27.3	127.2	27.9
	20	72.6	26.6	83.5	26.9	96.7	24.4	110.5	25.3	116.8	25.7
	22	66.2	24.6	76.2	24.8	88.2	22.3	100.4	23.0	106.5	23.5

注：PE-X 管单位地面面导热系数积的向上的有效散热量和向下
传热损失(W/m2)，(面层为水泥、石材或陶瓷热阻 R=0.02(m2·K/W))

表内容对比：

1) 相同点：导热系数；混凝土填充式；面热阻层；PE-X 管；加热管间距；室内空气温度。

2) 不同点：平均水温与供水水温（没有温差概念）；有效散热量和向下传热损失；

3) 例：向上 $134.3 - 119.9 / 134.3 = 10.72\%$ ；向下 $28.5 - 27.3 / 28.5 = 4.2\%$ ；

◆结论：

1) 空气源热泵供水温度 45°C ，采用热水混凝土填充式热水供暖地面单位（6 同）时，向上面积散热量之比 10.72% ，向下面积散热量之比 4.2% 。

2) 空气源热泵冬季供暖与地面辐射供暖末端是最好的组合。

设计、施工安装应遵循的有关规程、文件及具备的条件

空气源热泵供暖施工应包括那些内容

1. 空气源热泵室内机房安装

2. 室外机安装

3. 供暖供冷系统末端安装

4. 配套电气自控安装等

俗话说：空气源热泵产品设计是是关键；依据、施工是龙头；售后服务保障体系的建立是信誉。

权重分：空气源热泵产品是关键占 30%；设计、施工是龙头 50%；售后服务保障体系的建立 20%。

施工应具备的素质：

四懂一资：懂制冷原理、懂暖通冷热负荷计算、懂材料性能、懂电气自控常识、具备施工质资，懂者不一定要精、要会。

具备的施工质资，“机电安装资质”、“中国制冷空调设备维修安装企业资质”。

应遵循的有关规程、文件

住宅户式空气源热泵供暖和太阳能生活热水联合系统应用技术 导则

民用建筑供暖通风与空气调节设计规范 《GB50736-2012》；

多联机空调系统工程技术规程 《JGJ174-2010》；

辐射供暖供冷技术规程 《JGJ142-2012》；

地面辐射供暖技术规范 《DB11/806》；

地面辐射供暖系统施工安装 《12K404》；

建筑地面工程施工质量验收规范 《GB50209-2002》；

建筑电气工程施工质量验收规范 《GB50303-2002》；

电气装置安装工程电气设备交接试验标准 《GB50150-2002》；

绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料 《GB/T10801.1-2002》；

绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料 《GB/T10801.2-2002》；

发泡水泥绝热层与水泥砂浆地面辐射供暖工程技术规范
CECS262：2009

冷热水用交联聚乙烯(PEX-X)管道系统 《GB/T18992-2003》；

冷热水用交联聚乙烯(PE-RT)管道系统 《GB/T28799-2012》；

冷热水用聚丁烯管(PB)管道系统 《GB/T19473-2004》；

暖通空调制图标准 《GB/T50114-2010》。

供热施工图纸、有关技术文件（商业项目）

1. 低温空气源热泵供热施工图纸应包括室内机、室外机安装，供暖末端部分；应包括低温空气源热泵与太阳能混合热源等。

2. 施工图纸提供内容应包含图纸目录、供热设计总说明（包含设计、施工总说明）（设计说明包含：工程概况、设计内容、设计依据、

设计范围等；其中设计依据内容应包含：“室外气象资料、室内计算参数、围护结构热工计算、热源等）、（施工总说明包含：施工时应注意事项；如标高、材料、防腐和保温等）其中设计总说明中包含图例，室内机房供热平面图、室外机平面图、室外机与室内机供热系统图、供热水系统管道与设备安装图、供暖末端加热管及风机盘管平面图、供暖集分水器安装剖面图、施工节点图、原始楼地面至装修后面层（地暖结构）的剖面图、伸缩缝的设置位置、电气接线等能指导施工安装的（其中：包含工程设备表、材料表）全套图纸。

3. 技术文件一般包括：主要设备出厂检验合格证书、材料的检测报告及当地有关部门准用证或备案证明等。

4. 专业施工单位应编制施工组织设计或施工方案，经批准后方可施工。

施工组织设计或施工方案应包括下列内容：

工程概况：工程概况应包括工程名称、地点、层数、面积、工程量、工期及现场施工条件等。

施工方案及措施：施工方案及措施应包括工程项目管理组织机构分工、整体施工程序、施工工期、进度计划安排、质量标准及措施、

安全防卫措施。

施工进度及劳动力计划

施工进度及劳动力计划应包括总体工程量计划、劳动力需要量计划、材料、设备、机具需用量计划、工期进度计划、临需用量计划、工期进度计划、临时房屋设施计划、临时水电用量计划等；

安全、环保、节能技术措施。

施工前技术交底内容：

1) 根据任务量及工期进度标准；应进行施工组织设计或方案交底；

2) 技术交底应为设计单位工程设计负责人、施工方（乙方）的项目技术人员、项目经理、建设单位的（甲方）项目专业工程师、施工监理等在场，会后应编写技术交底纪要，约定的内容经三方签字后生效，并认同作为今后设计变更的内容依据。

空气源热泵（设备，贮水箱）施工安装要点：

- 1) 供暖供冷系统末端安装要点，包括风机盘管、地盘管布管间距、布管形式及特殊部位的要求；
- 2) 配套电气自控安装要点；
- 3) 太阳能生活热水联合系统安装要点；
- 4) 施工操作规程及质量、工艺标准要求；
- 5) 项目管理组织机构、人员安排及安全措施要求。

工种提出配合要求

1. 施工现场应设水、电（220V、380V）供应条件、应有专用的材料存放场地。
2. 空气源热泵、循环泵、电控箱等安装场地。
3. 地暖管安装时，门窗安装完且室内初装修完，并能确保施工温度不低于 5℃。
4. 地暖管安装时，对室内初装修应完成以下内容后进行：

1) 室内天棚、墙面抹灰完；

2) 卫生间（厨房）防水完，且浸水试验验收合格；

3) 冷、热水管线安装完；

4) 强、弱电及管线安装完；

5) 地面清理干净、靠墙边角无积灰、且平整度符合要求。

5. 合格资质的提供是施工准入证起点

6. 进场的空气源热泵、循环水泵、贮水箱等设备，管材、辅助材料、相应的产品及相关的技术文件、安装说明书、技术资料应齐全，产品主要技术参数标志清晰、外观检验合格；管材、分水器现场抽样复试检测合格。

7. 材料、产品技术文件资料还应包括下列内容：

1) 进场材料、设备配件经过国家、地方有关部门检测合格；且具有检测报告；

2) 地区有关建设主管部门准用文件或证明;

3) 材料、设备出厂合格证, 合格证上注明产品名称、规格型号、数量、出厂日期、检验人员签章等;

4) 地暖管材(分、集水器)抽样复试合格报告。

按照场地的施工条件绘制标准施工图纸, 施工图纸应包括以下部分内容:

1) 根据客户的场地具体规划施工设备的布局, 力求供水、供电点到施工安装点位置最短。

2) 设备与安装距离具有合理的操作维护空间、精确测算需要的施工管材、管件数量, 电源线数量。

安装的工艺流程应注意事项:

1) 设备到达现场后先根据图纸确认各设备的安装位置并且用粉笔清晰标出, 按确认的位置。

2) 先将热泵主机固定到位，再将水箱摆放到指定位置。

3) 根据现场各设备的相对位置再次确认各段管路的长度，各阀门、配件的安装位置。

4) 热泵主机到水箱之间循环水管路的联结，补水管的联结，热水管路的连接方法，管路的安装以热泵主机为起点，水箱为终点。

空气源热泵施工安装

空气源热泵施工安装应包括以下内容：

空气源热泵施工安装可分为商用机及家用分体机安装，商用机安装又可分为单台及多台商用机安装；

空气能热水器与空气源热泵供暖及供冷有很大的差别。

◇ 空气能热水器：

主要提供生活热水。生活热水又可分为全天候供水与定时供水两种模式，全天候供热水：比如有直热式、循环式、大小水箱模式等，主要给旅馆、酒店、医院等场所提供生活热水；定时供热水：在水箱

与主机上装两条循环管进行循环加热，热水在某个时段用完之后再重新加冷水进去，重新加热。空气能热水器一般都是制热不制冷，简称热水器。

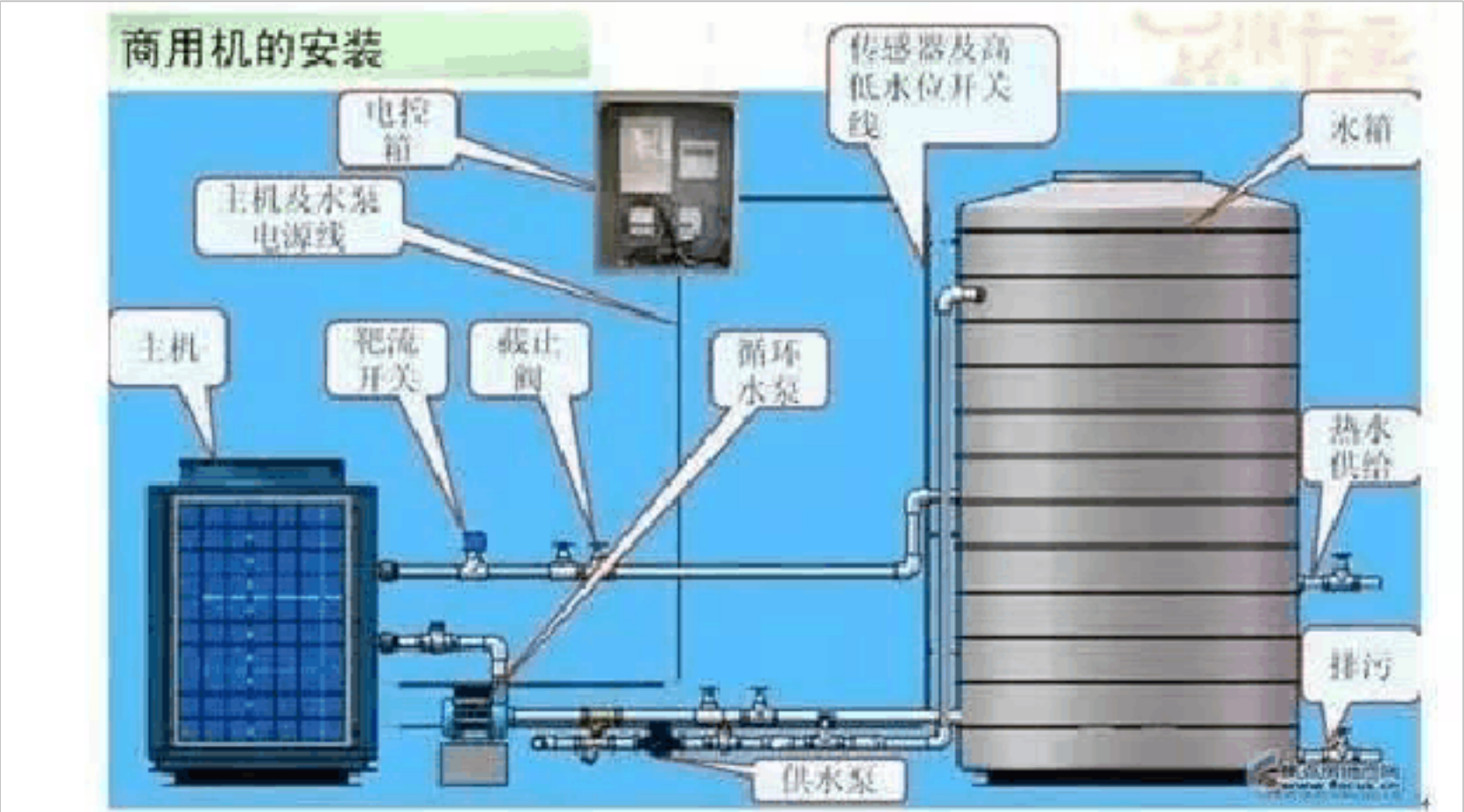
◇ 空气源热泵供暖：

一般冬季制热、夏季制冷，简称二用机，增设水箱可提供生活热水，大于十匹的还有回收装置；空气源热泵供暖系统与空气能热水器系统区别：冬季供暖制热是连续的（正常一天工作都在8小时以上）；俗话说：能满足冬季供暖的热量，生活热水不在话下，供暖的热量要比生活热水大许多。因此，冬季供暖制热与空气能热水器选型肯定不同，应引起注意。

◆空气源热泵商用机及家用分体机安装的热媒可分为制冷热媒（气管及液管和交换热媒（冷热水管）两种，气、液管与冷热水管换热设备一般为换热器、水箱来完成。

◆换热器、水箱后面热水管的输送应由循环泵及输送管网来完成。

◆空气源热泵施工安装详见分别见3.1图单台商用机及3.2图多台商用机简图。



3.1 图 单台商用机简图



3.2 图多台商用机简图（一）

空气源热泵单台及多台商用机安装

安装步骤应满足以下内容：

机组的定位，确定机组摆放位置，应考虑机组重量对安装位置的压强对楼面建筑结构的承重荷载，同时应考虑机组的进出风与建筑墙柱位置的影响，机组周围允许一墙高度高于机组高度，机组与墙之间净间距不小于 1m，机组与机组或其他设备之间的净距不小于 1.2m，与配电柜的距离小于 1.5m。

两台机组进风面相对布置时间距宜大于 3.0m。

机组与上方管道，烟道或电缆桥架的净间距不小于 1m；顶部出风机组其上部净空宜大于 4.5m。

机组、循环泵及水箱安装时都应设基础，基础可采用水泥或槽钢，室外机组基础高度不小于 300mm，且大于当地积雪高度，室内循环泵及水箱高度为 200~300mm。

室外机组基础附近宜设地漏或排污明沟；室内机房内应设置给水与地漏设施，满足水系统冲洗、排污要求，

机组应与基础之间采用减振措施，确保机组运行平稳，循环泵进出口橡胶软管连接。

冷热水管系统的连接施工，主要是机组与水箱之间的循环水泵、

定压补水设备、调节阀、过滤器等连接。

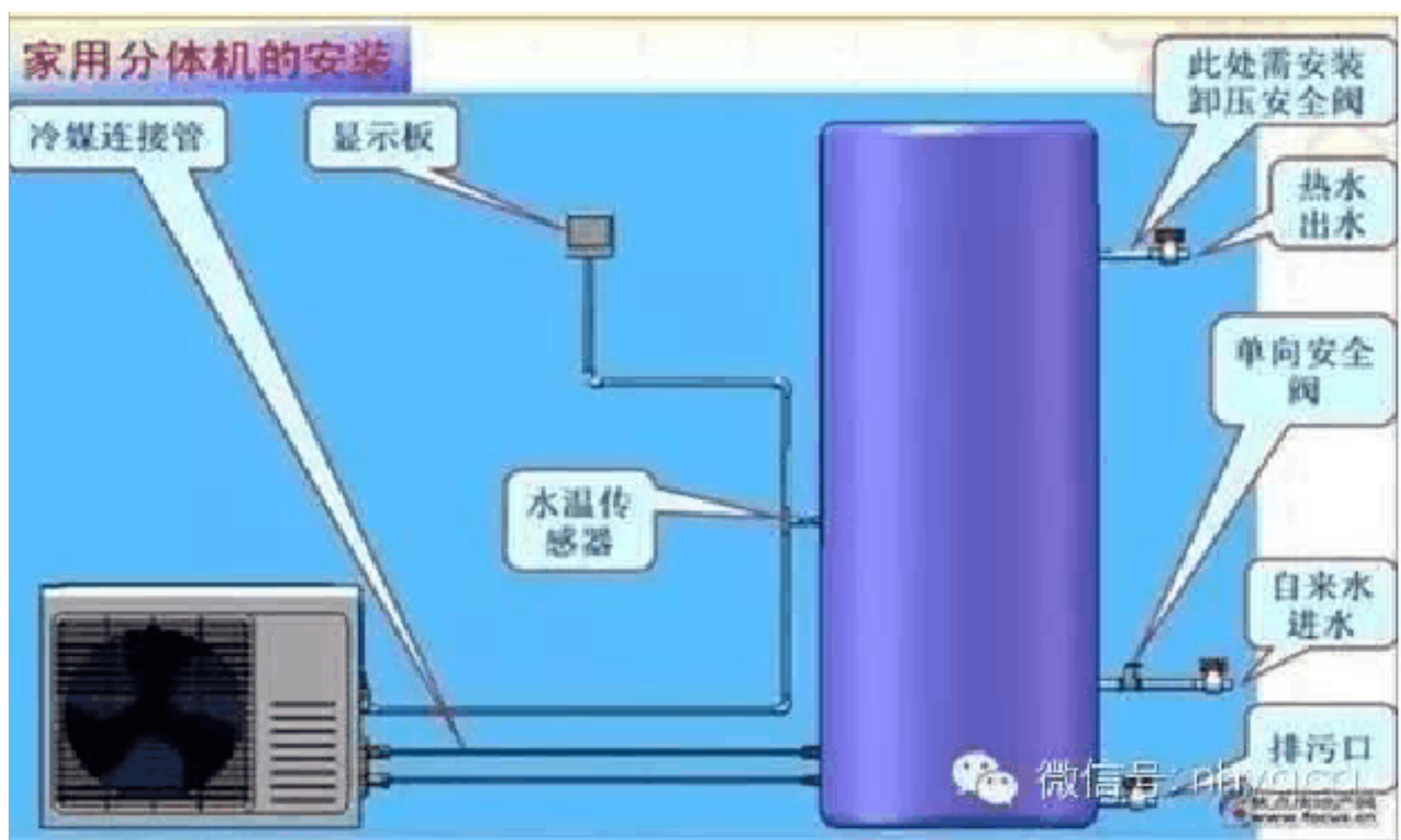
机组及贮热设备等接管进出口的合适位置应装压力表、温度计。

水路试压，检测管路连接有无漏水现象。

管道保温，采用橡塑保温材料进行保温，外表面采用铝皮或薄镀锌钢板进行固定。

空气源热泵家用分体机安装

家用分体机按照结构形式可分为整体式机和分体式机两种形式，整体式空气源热泵机主要部件如压缩机、冷凝器以及水箱在同一个箱体内；分体式空气源热泵机主要部件不在一个箱体内，详见家用分体机安装 3.3 图。



整体式机即冷凝器和水泵等全部集成在箱体内部，用户安装时只要将主机进出水管和水箱进行连接即可；分体机即冷凝器铜管在水箱内部，用户安装时不仅要进出水管和水箱进行连接还需要将冷媒进出管道与水箱进行连接。

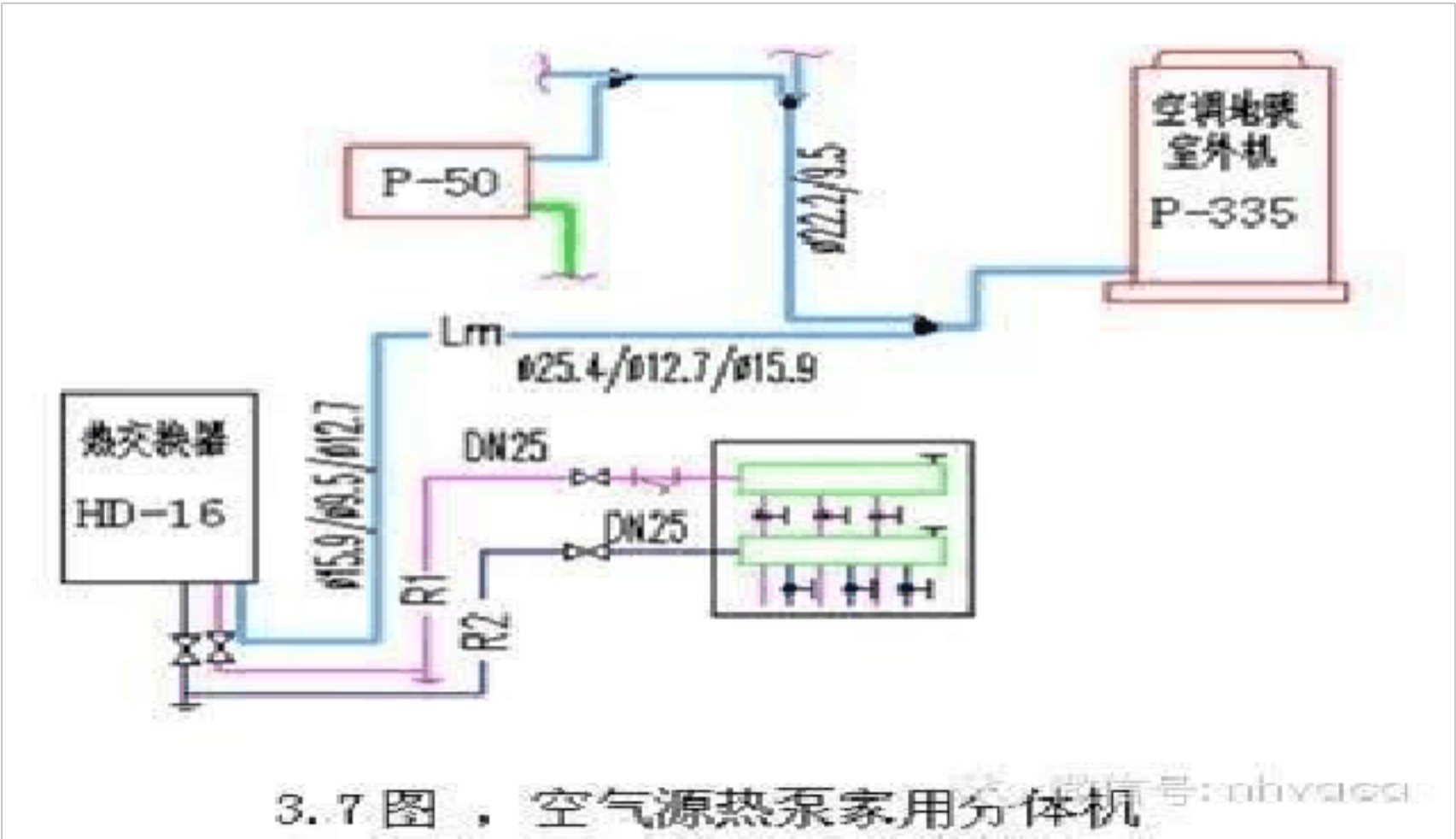
分体式空气源热泵机又分为三种形式，第一种形式将主要部件如冷凝器和水泵等全部集成在箱体内部，安装时只要将主机进出水管和贮水箱进行连接即可，详见 3.4 图，空气源热泵家用分体机。

第二种形式分体机将主要部件及冷凝器在箱体内部，氟（冷媒）、水换热器，水泵单独称之为“水合子”，可以与贮水箱进行连接，也可不与贮水箱连接，由设计确定详见 3.5 图，空气源热泵家用分体机“水合子”详见 3.6.1 图及 3.6.2 图。

分体式机以上两种结构连接形式的优点在于前者在停机时防止箱体内水泵受冻须增设伴热系统或设控制系统，后者，氟、“水换热器，水泵”简称“水合子”设置在室内，可预防低温防冻。

第三种分体式形式（室外机）顾名思义是将压缩机等主要部件置在一个箱体内，冷凝器及风扇组成室内机，另设水箱（热交换筒），用户安装时不仅要將冷媒氟、液管与水箱（热交换筒）进行连接，还应增设进出水管和水箱（热交换筒）进行连接。

分体式机（室外机）连接形式其优点是利用水箱（热交换筒）与主要部件在箱体内（室外机之间连接至室内机（末端风机盘管），制冷冷媒为氟质，见3.7图，这种结构连接形式可实现一机两用，冬季给辐射地板提供热水，夏季给风机盘管提供冷水。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/048077100127007021>