



扫一扫关注 官方微信号

✉ jm@jiemao-lab.com
🌐 www.jiemao-lab.com



VACUUM FREEZE DRYER

德国 *Fevik* 冻干机

冻干原理及应用

冻干原理是利用了物理升华原理，水有固态、液态、气态三种态相，根据热力学中的相平衡理论，随压力的降低，水的冰点变化不大，而沸点却越来越低，向冰点靠近，当压力降到一定的真空度时，水的沸点和冰点重合，冰就可以不经液态而直接汽化为气体，这一过程称为升华。物品的真空冷冻干燥，就是在水的三相点以下，即在低温低压条件下，使物品中冻结的水分升华而脱去，从而达到低温脱水的目的，此过程即称为冷冻干燥（Freeze-drying），简称冻干。

- 用于保护原始物质的特性（例如，药品或咖啡）
- 用于保护原始形状（例如，动物标本、考古物件、花或书）
- 用于对材料执行条件化（例如，酸奶中冻干的水果）
- 用于准备用于化学或生化分析的样本（例如，调查食品、污泥或土壤中的微量元素）
- For preserving the characteristics of the original substances (e.g. pharmaceutical products or coffee)
- For preserving the original form (e.g. animal preparations, archaeological objects, flowers or books)
- For conditioning the material (e.g. freeze-dried fruit in yoghurt)
- For the sample preparation for chemical or biochemical analysis (e.g. investigation of trace elements in foods, sludge or soil)

冰上蒸汽压对照表

conversion table Vapour pressure above ice (ice temperature(°C)=pressure (mbar))

°C	mbar	°C	mbar	°C	mbar	°C	mbar
0	6.110	-20	1.030	-40	0.120	-60	0.011
-1	5.620	-21	0.940	-41	0.110	-61	0.009
-2	5.170	-22	0.850	-42	0.100	-62	0.008
-3	4.760	-23	0.770	-43	0.090	-63	0.007
-4	4.370	-24	0.700	-44	0.080	-64	0.006
-5	4.020	-25	0.630	-45	0.070	-65	0.0054
-6	3.690	-26	0.570	-46	0.060	-66	0.0047
-7	3.380	-27	0.520	-47	0.055	-67	0.0041
-8	3.010	-28	0.470	-48	0.050	-68	0.0035
-9	2.840	-29	0.420	-49	0.045	-69	0.003
-10	2.560	-30	0.370	-50	0.040	-70	0.0026
-11	2.380	-31	0.340	-51	0.035	-71	0.0023
-12	2.170	-32	0.310	-52	0.030	-72	0.0019
-13	1.980	-33	0.280	-53	0.025	-73	0.0017
-14	1.810	-34	0.250	-54	0.024	-74	0.0014
-15	1.650	-35	0.220	-55	0.021	-75	0.0012
-16	1.510	-36	0.200	-56	0.018	-76	0.0010
-17	1.370	-37	0.180	-57	0.016	-77	
-18	1.250	-38	0.160	-58	0.014	-78	
-19	1.140	-39	0.140	-59	0.012	-79	



3-6kg
捕水量

型号	TS6003	TS8603	TS6006	TS8606
捕水量	3kg		6kg	
冷阱温度	-60°C	-86°C	-60°C	-86°C
冷阱容积	4L		8L	
冻干腔体	高透有机玻璃/不锈钢腔体			
样品搁板	φ200mm 3-5层可选	φ270mm~485mm . 标配3层φ270mm . 3-10层/可选 电加热/可选		
真空泵	油泵：极限真空3*10 ⁻³ mbar 抽气量可选配 油泵/涡旋干泵/化学防腐蚀杂交真空泵 标配德国Pfeiffer (普发) Duo3 标配德国Pfeiffer (普发) Duo6			
油雾过滤器	标准配置			
真空泵连接管	不锈钢防腐泵管. 含标准法兰接口DN16/25 ISO-KF			
真空密封	真空密封性自动测试 PTFE 密封. 永久无需涂抹真空密封油脂			
防腐蚀处理	冷阱，冷凝盘管，样品搁板/均标配防腐蚀处理			
远程监控系统	标准配置			
外挂阀	标配6个	标配12个 12~24个可选		
环境温度监测	PT100			
设备尺寸	480*430*380 mm		500*480*490 mm	



9-12kg
捕水量

型号	TM6009	TM8609	TM6012	TM8612
捕水量	9kg		12kg	
冷阱温度	-60°C	-86°C	-60°C	-86°C
冷阱容积	18L		22L	
冻干腔体	高透有机玻璃/不锈钢腔体			
样品搁板	φ270mm~485mm . 标配3层φ270mm . 3-10层/可选 电加热/可选			
真空泵	油泵: 极限真空 3×10^{-3} mbar 抽气量可选配 油泵/涡旋干泵/化学防腐蚀杂交真空泵 标配德国Pfeiffer (普发) Duo6			
油雾过滤器	标准配置			
真空泵连接管	不锈钢防腐泵管. 含标准法兰接口DN16/25 ISO-KF			
真空密封	真空密封性自动测试 PTFE 密封. 永久无需涂抹真空密封油脂			
防腐蚀处理	冷阱, 冷凝盘管, 样品搁板/均标配防腐蚀处理			
远程监控系统	标准配置			
外挂阀	标配12个 12~24个可选			
环境温度监测	PT100			
设备尺寸	1000*480*490 mm			



16-25kg
捕水量

型号	TL6016	TL8616	H-8625	H8625-SAC 有机溶剂专用冻干机
捕水量	16kg		25kg	
冷阱温度	-60°C	-86°C	-86°C	
冷阱容积	35L		50L	
冻干腔体	高透有机玻璃/不锈钢腔体			
样品搁板	φ270mm~485mm . 标配3层φ270mm . 3-10层/可选 电加热/可选			
真空泵	油泵: 极限真空 3×10^{-3} mbar 抽气量可选配 油泵/涡旋干泵/化学防腐蚀杂交真空泵 标配德国Pfeiffer (普发) Duo11			
油雾过滤器	标准配置			
真空泵连接管	不锈钢防腐泵管. 含标准法兰接口DN16/25 ISO-KF			
真空密封	真空密封性自动测试 PTFE 密封. 永久无需涂抹真空密封油脂			
防腐蚀处理	冷阱, 冷凝盘管, 样品搁板/均标配防腐蚀处理			
远程监控系统	标准配置			
外挂阀	标配12个 12~24个可选			
环境温度监测	PT100			
设备尺寸	1000*510*500 mm		1000*980*500 mm	



- 
 一键运行
快捷 简便
- 
 独特制冷
系统设计
- 
 发热量小
系统稳定
- 
 Teflon处理
耐腐蚀 耐溶剂
- 
 Pirani真空传感器
范围广 精度高
- 
 标准ISO-KF
标准真空接口
- 
 全PTFE自密封
耐高低温 耐老化

控制系统：

5.4寸液晶触摸显示屏

- 显示屏上能同时显示：冷阱温度、真空度、样品温度、搁板温度等所有主要参数。
 - 设备运行部件示意图，通过图形显示查看设备各部件工作运行情况。
 - 具备冷阱预冷和真空泵预热功能，时间可由用户在系统中自行设定。
 - 通过数值颜色显示目前所处运行状态是否正常。
 - 内置饱和蒸汽压力&温度对应关系表，清晰显示对应关系。
-
- 一键启动，操作简单方便，可手动和自动二种模式运行。
 - 热式电磁过流短路保护，让设备运行更安全稳定。
 - 设备维护时间及真空泵更换润滑油时间主动提醒。
 - 环境温度监测，环境温度过高设备自动提醒报警。
 - 远程监控系统，远程查看监控，在用户授权后，可远程诊断维修及指导培训。



干燥腔体	<ul style="list-style-type: none"> ● 分离式干燥腔体，降低因为高度及重量导致拿取干燥腔不当造成的损坏风险。 ● 高透有机玻璃干燥腔，光热辐射传导好。预留6/12口外挂接口 ● 316L不锈钢全黑特氟龙防腐处理干燥腔，适用有机溶剂和各种具有腐蚀性样品的干燥，预留6/12口外挂接口。 ● 316L不锈钢直立多口多歧管外挂架。 (标配为有机玻璃干燥腔，可任意选配其中一种干燥腔体)
冷阱及冷凝盘管	<ul style="list-style-type: none"> ● 冷阱超低温：适用于有机溶剂样品冻干，尤其是含有脲、DMSO、TFA等一类挥发性强，凝固点低的样品（如乙酸乙酯-80℃等） ● 冷阱腔体和冷凝盘管材质为316L 不锈钢。大开口通路设计，气体能够快速通过冷凝盘管被捕捉。 ● 腔体和冷凝盘管全标配特氟龙防腐处理，可冻干含有有机溶剂及各类具有腐蚀性的样品。 ● 冷凝盘管内置于冷阱内，增加冷凝捕水面积。
样品搁板	<ul style="list-style-type: none"> ● 316L 不锈钢全特氟龙防腐处理搁板，能够冻干机溶剂和各类具有腐蚀性溶剂，不可加热。 -全黑涂层，吸热性能好，高度可调。 -离心管冻干放置专用孔位，利于离心管类容器的样品干燥 ● 全铝特氟龙表面防腐处理电加热搁板
制冷系统	<ul style="list-style-type: none"> ● Danfoss 压缩机 ● 思瑞普热交换器/制冷系统噪音低，发热量小。 ● 独特制冷技术，2min内冷阱温度能从常温降低-86℃以下。 ● 贺利氏A级温度传感器，温度精度高，误差低。 ● 多重检测报警系统，制冷系统压力过高或制冷故障能够及时报警并采取相应措施。



Pirani真空传感器
显示范围广 精度高



PTFE密封低热量
真空电磁阀

不锈钢防腐蚀柔性真空管

大抽气量真空泵



1 德国Pfeiffer (普发) 真空泵



2 德国ilmvac (伊尔姆) 真空泵



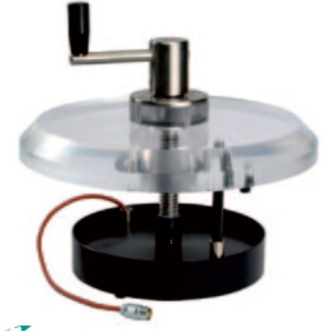
3 德国ilmvac (伊尔姆) 化学防腐蚀真空泵



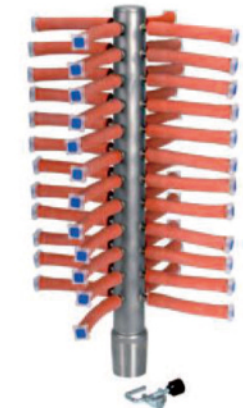
搁板



压盖搁板



加热型压盖搁板



安瓶适配器



圆底冻干瓶



广口冻干瓶



真空泵润滑油

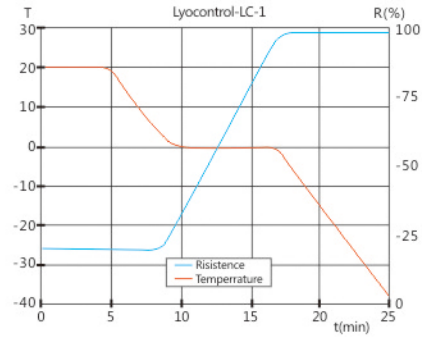


多歧管

	1 德国Pfeiffer (普发) 真空泵	2 德国ilmvac (伊尔姆) 真空泵	3 德国ilmvac (伊尔姆) 化学防腐蚀真空泵
类型	二级旋叶片油泵		化学防腐蚀隔膜及旋叶片杂真空泵
极限真空	3*10 ⁻³ mbar		
抽气量	2.5~32m ³ /h多规格可选		
油雾过滤器	标配		
泵体温度检测条	标配		
接口	国际标准真空接口		
真空传感器	Pfeiffer防腐蚀皮拉尼真空传感器 ● 测量范围: 1000mbar---0.0005mbar ● 精度高, 范围广。		
真空控制电磁阀	CKD 高真空电磁控制阀: ● 24V电源控制, 发热量低, 噪音轻, 持久耐用。 ● PTFE密封材质, 密封性好耐化学腐蚀耐老化。		
真空泵管	316L不锈钢真空柔性连接管, 不锈钢真空管, 耐老化, 耐各类腐蚀。		
真空密封	真空密封性自动测试 PTFE密封, 耐老化防腐蚀, 永久无需涂抹任何真空密封油脂。		
防回油措施	● 真空泵标配防回油装置 ● 真空单向阀		
泄压及放水方式	全自动泄压及放水, 无需手动操作, 完全杜绝因为手动泄压气流不稳造成的样品和传感器的损坏。		

工艺优化方法

德国Fevik应用工艺分析技术(PAT), 进行工艺优化、通过在线监测工艺中关键控制点, 从而保证产品质量和工艺可靠性。冻干工艺的优化, 关键控制点包括: 样品的共晶点、隔板温度、真空度、电阻、冻干终点等参数。



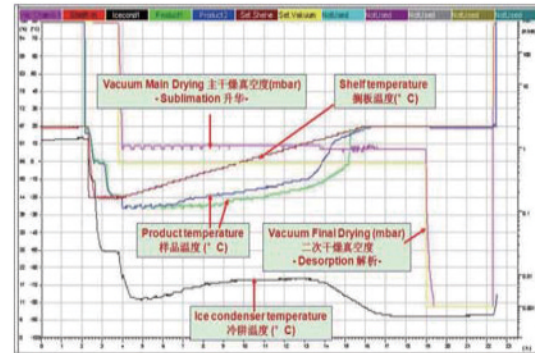
共晶点

共晶点是混合溶液的各个成分均达到冰点并开始形成固定晶格结构的温度。共晶点的温度是整个冻干过程中样品温度的上限。若样品的温度超过共晶点, 则造成晶体结构的崩解, 熔融物将冲破结晶体的表面结构, 造成样品的萎缩和飞溅。

Fevik的共晶点测试装置(KM-t系统)包括温度、晶体单位电阻一体化的样品探头, 可直接探测不同的温度变化对晶体结构的影响, 从而得到连续、准确的共晶点测试曲线。

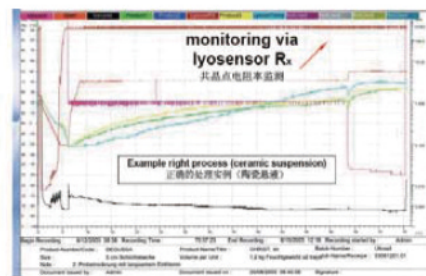
工艺曲线和工艺控制

工艺控制的目的在于将整个冻干过程分成不同的阶段, 如主冻干阶段是大量升华, 去除溶剂的阶段, 终了冻干阶段是去除残留水分和晶体结合水的阶段; 在需要的情况下, 主冻干和终了冻干又可细分为多个阶段, 分别对应不同的参数控制。由WRL控制系统及相应软件记录工艺曲线。冻干曲线记录了整个冻干工艺的重要数据, 是进行工艺优化和批次研究的重要工具。Fevik WRL冻干曲线记录软件可记录包括共晶点在内的各种参数, 并形成完整的PDF格式和Excel格式的实验报告。

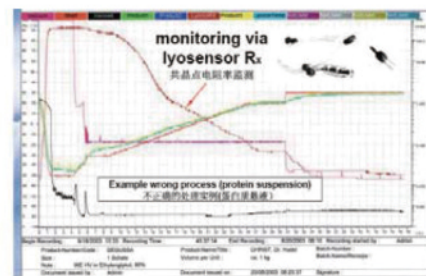


电阻监测

样品冻干过程中, 保持固态是十分关键的, 否则将造成结构崩塌或萎缩, 影响外观或活性。根据样品融化, 电阻下降的特性, Fevik开发了电阻监控, 从而保证冻干质量。



电阻恒定, 工艺正确



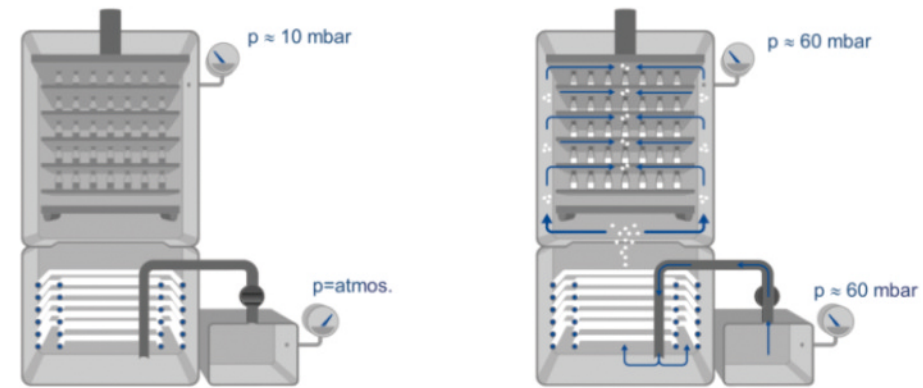
电阻下降, 样品融化

瞬时成核技术

在冻干样品中很多小瓶冷冻常常为一个随机过程, 所有的小瓶只会一定时间内冻结, 例如1小时。结晶出现在不同的温度下, 晶体结构和之后的干燥行为将分流。

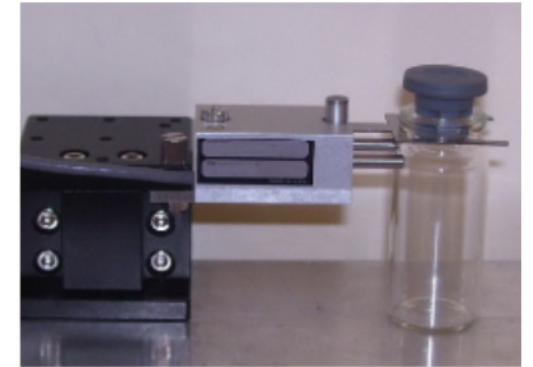
Fevik新开发的成核技术可控制所有小瓶, 瞬间将所有样品预冻成核结晶。在机器加载之后, 凝冰器会积聚冰晶, 液体产品冷却至接近冰点。在下一步中, 在冻干机中成了少量真空。外部接收器被保持在大气压下, 通过打开到凝冰器的阀门, 启动接收器和冻干机之间的压力平衡, 来自接收器的空气/气体被注入到凝冰器, 由此产生冰雾渗入所有小瓶, 这些晶核立即开始在所有的小瓶均匀结晶。

冻干机被完全充气至大气压, 所有结晶小瓶的冷冻可以以常规方式继续进行, 例如进一步冷冻、低温升华等。



在线称重系列

样品最终含水量的测定, 是确定冻干结束的参数, 也是工业生产中决定产品质量的关键步骤。小型及中试型冻干机通常采用中间电磁阀, 通过暂时的隔离冷阱和干燥腔, 通过测试干燥腔的真空度变化来判断冻干的终点及样品含水量。中试机及生产型冻干机同时也可以采用在线称重系统连续在线测定样品在冻干过程中的重量变化, 以此来掌握冻干各过程的水分升华情况, 精确的判断样品冻干终点, 非常合适制药行业进行产品质量控制。



在线取样装置

冻干工艺的开发过程中, 水分含量是判断冻干终点的重要参数, Fevik可在中试型冻干机上配置在线实时取样装置, 取样过程对腔体真空度不会造成任何的影响, 取样后对样品进行水分含量检测, 实现在线监测含水量的目的。



Fevik中试型冻干机完全模拟了工业冻干机的技术要求，设计紧凑合理，冗余范围大，符合GMP和FDA标准。凝冰量6~24kg，采用WRL控制器和液控温搁板，使得预冻和冻干的过程均可在主机上进行精确控制，工艺结果和生产用机具有较大的可比性。Fevik中试型冻干机除了支持共晶点测试系统、称重系统，在线取样系统和冻干曲线记录软件之外，还可选配工程化的WRL控制软件，直接对冻干过程进行图形化的计算机控制。可以配置H₂O₂灭菌和高压蒸汽灭菌或整合手套箱系统，可通过穿墙方式用于洁净间操作。冷阱及冻干腔全316L不锈钢设计，最大程度的保证腔体内的洁净度以及良好的极限真空度及真空泄露率。

Fevik中试型冻干机可用于细菌、病毒、血浆、血清组份、抗体、血清和疫苗，制药产品如氯霉素，链霉素，维生素，酵素，生化实验的植物提取等产品冻干及研发。



GMP标准



FDA标准



共晶点测试



称重系列



H₂O₂灭菌



蒸汽灭菌



远程监控

技术参数：

机型	PSP-8608	PSP-8612	PSP-8616	PSP-8624
冻干面积	0.33m ²	0.55m ²	1m ²	1.69m ²
凝冰量	8kg	12kg	16kg	24kg
冷阱容积	25L	40L	80L	120L
搁板数	3+1	5+1	6+1	10+1
搁板尺寸	275*400 mm	275*400 mm	365*465 mm	365*465 mm
搁板间距	82mm(可调)	82mm(可调)	52mm(可调)	52mm(可调)
样品数量(2R西林瓶)	1032	1720	3200	5470
搁板温度	-60°C~+70°C			
冷阱温度	-86°C	-86°C	-86°C/-130°C	-86°C/-130°C
搁板加热制冷方式	高范围导热硅油(耐温: -100°C~+600°C)			
腔体涂层	特氟龙防腐蚀处理/高亮抛光/表面拉丝			
真空管路	高真空不锈钢管			
外挂阀接口	20/	20/	10/	10/
压盖方式	电动压盖装置/油压压盖装置/无压盖			
适用洁净间	适用			
真空传感器类型	Pirani真空传感器/Pirani及电容复合型真空传感器			
远程控制及报警	支持2G/4G/GSM/Wi-Fi			
在线取样	不支持		支持	
终点判断功能	支持			
冻干前门盖	不锈钢/有机玻璃			
惰性气体填充	(可选配)程序自动运行充足量及时间			
用户功能定制	可按用户需求定制及改造			
灭菌方式	H ₂ O ₂ 发生器		H ₂ O ₂ /蒸汽灭菌	
备注：“/”为可选项；中试机型均可根据用户需求进行整机定制				



PSP-8608/PSP-8612



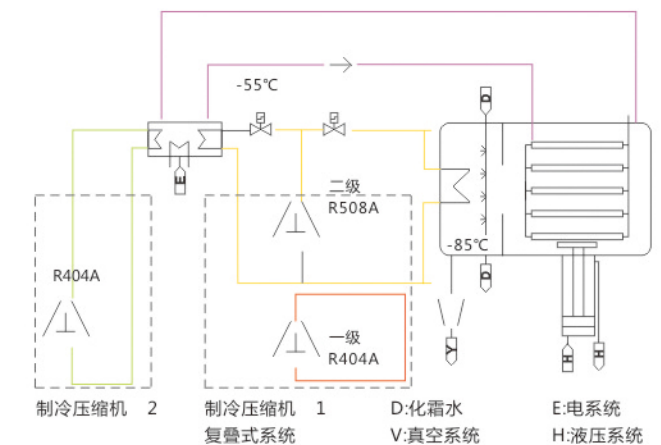
PSP-8616/PSP-8624

工作腔体

- 双腔不锈钢材质系统，可选配特氟龙防腐蚀处理。
- 材质：不锈钢316L
- 4~8个样品温度探头
- 内置式冷凝器，冷凝效率高。
- 有机玻璃冷阱窗和不锈钢门盖(可选)，可观察冷阱内结冰情况适用于洁净间。
- 制冷剂反向热气除霜。
- 板层温度均匀度：±1°C
- 自动电动压盖装置，能够自动对运行搁板进行限位报警。
- 板层平整度≤±0.5mm/m
- 机动大口径中间阀，通过压力变化确定冻干终点。
- Pirani真空传感器/Pirani及电容式复合真空传感器
- 腔体内置冷光源照明灯，避免能量输入，可对冻干样品进行照明查看。
- 在线取样装置，可在不影响真空度的情况下在线取出冻干样品进行相应检测。

制冷系列

- 双压缩机，丹麦 Danfoss专用压缩机，风冷(可选配水冷系统)
- 制冷方式：复叠式制冷方式，制冷效率高，可靠性好，使用 CFC-Free环保型冷媒。
- 硅油导热，温度均一，精度可达0.1°C硅油受温范围广，可达-100°C~+600°C。



真空系列

- 真空泵：德国 Pfeiffer防腐、防回油功能真空泵。
(真空泵可根据用户需求进行选配)
- 抽气速率：9m³/h~62m³/h多规格可选，极限真空度可达2×10⁻³mbar，标配油雾过滤器。
- 真空管路均为高真空不锈钢真空管，可有效防止真空泄漏及防止腐蚀。
- 二重防回油装置，完全杜绝真空泵管路回油对设备及样品造成的损坏及污染。
- 自动回填空气装置，系统内置 High efficiency particulate air(HEPA) filter 保证回填空气的完全洁净度。
- 真空稳定系统，通过微通真空控制阀能够对冻干过程真空度进行稳定运行，以保证样品不会因真空度波动过大造成影响。
- 冷凝液体收集及排放系统，自动完成冻干后冷凝液体的收集及排放。



PSP-8616/PSP-8624

控制系列

特点：

- 控制：自动/手动
- 可设置储存至少100个独立冻干程序，每个程序含32个程序段（可根据用户需求定制程序段数量），每个程序段对应一个处理阶段（预冻、主干燥、后干燥），并包括下列段值：
周期、隔板温度、真空度和加热单元的安全压力
- 通过记录软件可以实时记录设备所有产生并在结束后生成相应冻干曲线图及数据表格，所有数据及曲线的记录均符合相应法规标准。
- 远程系统：
 - 完全支持2G/4G/GSM/Wi-Fi各种连接模式
 - 使用者可远程对设备进行查看所有数据并可对其进行操作及断电处理
 - 技术人员可远程对设备进行维护保养及故障检测，可远程对使用者进行指导培训。
 - 可远程对设备进行系统升级及更改
 - 远程系统具有分级管理权限及分级管理分配权限及使用过程追踪权限



服务方式：

- 远程方式** | 售后服务人员通过设备自带远程软件指导客户解决问题，远程诊断维护，远程培训指导。
- 现场解决** | 对于远程无法解决的问题，服务人员按需提供上门解决问题服务，所有上门服务均为免费。
- 定期回访** | 售后人员定期对客户进行回访，了解客户需求、意见和建议，检查客户项目的运行情况，例行维护，排除隐患，协助客户完成技术问题。
- 服务主体** | 所有的售后服务均由厂家被培训及授权人员进行，以高品质为广大用户提供所有服务。

V2版本

技术参数若有修改，恕不另行通知，
本资料仅供参考，不作为交货时具有约束性的文件。