

GB/T 《制冷系统试验》 标准简介

报告人：李志亮

合肥通用机械研究院有限公司

2023年04月·上海

主要内容

1、标准制定背景

2、标准主要内容

标准制定背景

● 任务来源

- ✓ 国家标准2021第二批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划20213068-T-604

国家标准化管理委员会文件

国标委发〔2021〕23号

国家标准化管理委员会关于下达 2021年第二批推荐性国家标准计划及 相关标准外文版计划的通知

各有关单位：

经研究，国家标准化管理委员会决定下达2021年第二批推荐性国家标准计划和22项推荐性国家标准外文版计划（附后）。本批推荐性国家标准计划共计754项，其中制定687项、修订67项，推荐性标准727项、指导性技术文件27项。

请你单位组织、监督有关全国专业标准化技术委员会和主要起草单位，在计划执行中加强协调，广泛征求意见，按要求完成推荐性国家标准制修订任务及相关标准外文版的组织翻译和技术审查工作，确保标准的质量和水平。



国家标准化管理委员会
2021年8月24日

（此件公开发布）

序号	计划号	项目名称	标准性质	制修订	代替标准号	采用国际标准	项目周期(月)	主管部门	归口单位	起草单位
184	20213067-T-604	灭病毒型制冷剂直膨式空调	推荐	制定			18	中国机械工业联合会	全国冷冻空调设备标准化技术委员会	格力电器股份有限公司、合肥通用机械研究院有限公司
185	20213068-T-604	制冷系统试验	推荐	制定		ISO 916:2020	18	中国机械工业联合会	全国冷冻空调设备标准化技术委员会	合肥通用机械研究院有限公司
186	20213069-T-604	燃气轮机联合循环电站热力性能试验	推荐	制定		ISO 18888:2017	18	中国机械工业联合会	全国燃气轮机标准化技术委员会	南京燃气轮机研究所、东方汽轮机有限公司、浙江省电力设计院有限公司、上海发电设备成套设计研究院有限责任公司、上海漕泾热电有限责任公司、华电电力科学研究院有限公司、哈尔滨汽轮机厂有限责任公司、西安热工研究院有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所
187	20213070-T-604	土方机械 轮胎式装载机术语和商业规格	推荐	制定			24	中国机械工业联合会	全国土方机械标准化技术委员会	厦门厦金机械股份有限公司、天津工程机械研究院有限公司等
188	20213071-T-604	激光修复层高温摩擦磨损性能试验 球-盘法	推荐	制定			24	中国机械工业联合会	全国激光修复技术标准化技术委员会	沈阳大学、沈阳大陆激光技术有限公司、沈阳航空航天大学和中国科学院金属研究所
189	20213072-T-604	永磁体磁偏角的测量方法	推荐	制定			24	中国电器工业协会	全国电工合金标准化技术委员会	中国计量科学研究院、桂林电器科学研究院、天津三环乐喜新材料有限公司、宁波韵升股份有限公司、安泰科技新材料股份有限公司、中国计量学院
190	20213073-T-604	永磁体表面磁场分布测试方法	推荐	制定			24	中国电器工业协会	全国电工合金标准化技术委员会	中国计量科学研究院、桂林电器科学研究院、天津三环乐喜新材料有限公司、宁波韵升股份有限公司、安泰科技新材料股份有限公司、中国计量学院
191	20213074-T-604	电工作业挤出PTFE软管	推荐	制定		IEC 60684-3-145:2001	18	中国电器工业协会	全国绝缘材料标准化技术委员会	深圳市沃尔核材股份有限公司、深圳市宏商材料科技股份有限公司、青岛斯坦德检测股份有限公司、桂林电器科学研究院有限公司
192	20213075-T-604	中厚壁非阻燃双壁聚烯烃热收缩管	推荐	制定		IEC 60684-3-247:2019	18	中国电器工业协会	全国绝缘材料标准化技术委员会	深圳市沃尔核材股份有限公司、深圳市宏商材料科技股份有限公司、青岛斯坦德检测股份有限公司、桂林电器科学研究院有限公司
193	20213076-T-604	应力控制聚烯烃热收缩管	推荐	制定		IEC 60684-3-282:2010	18	中国电器工业协会	全国绝缘材料标准化技术委员会	深圳市宏商材料科技股份有限公司、深圳市沃尔核材股份有限公司、青岛斯坦德检测股份有限公司、桂林电器科学研究院有限公司
194	20213077-T-604	半导体聚烯烃热收缩管	推荐	制定		IEC 60684-3-281:2010	18	中国电器工业协会	全国绝缘材料标准化技术委员会	深圳市宏商材料科技股份有限公司、深圳市沃尔核材股份有限公司、青岛斯坦德检测股份有限公司、桂林电器科学研究院有限公司

标准制定背景

- 国际标准转化

STRUCTURE	LIAISONS	MEETINGS	TECHNICAL COMMITTEES
			ISO/TC 86
REFERENCE ↓	TITLE ↓		国内技术对口
ISO/TC 86/SC 1	Safety and environmental requirements for refrigerating systems		
ISO/TC 86/SC 4	Testing and rating of refrigerant compressors	— 承担ISO秘书处工作	
ISO/TC 86/SC 6	Testing and rating of air-conditioners and heat pumps		
ISO/TC 86/SC 7	Testing and rating of commercial refrigerated display cabinets		
ISO/TC 86/SC 8	Refrigerants and refrigeration lubricants		

TC86: Refrigeration and air-conditioning

标准制定背景

● 国际标准转化

PUBLISHED STANDARDS BY ISO/TC 86/SC 1

序号	国际标准编号	国际标准名称（中文）	转化为我国标准编号	转化程度	国内计划状态
1~4	ISO 5149-1~4:2014	制冷和热泵系统 安全与环境要求 第1~4部分	GB/T 9237-2017	MOD	已转化
5~8	ISO 5149-1~3:2014/AMD	ISO 5149-1~3:2014的4个增补件	GB/T 9237-2017 第1~2号修改单		部分转化
9	ISO 5149-4:2022	制冷和热泵系统 安全与环境要求 第4部分			待转化
10	ISO 13971:2012	制冷和热泵系统 软管组件、减振器、伸缩接头和非金属软管的分类和要求	GB/T	MOD	20214524-T-604
11	ISO 14903:2017	制冷和热泵系统 紧固件和连接件要求	GB/T	MOD	20214525-T-604
12	ISO 21922:2021	制冷和热泵系统 阀 要求、测试与标识	GB/T	MOD	20220987-T-604

标准制定背景

● 国际标准转化

PUBLISHED STANDARDS BY ISO/TC 86/SC 4

序号	国际标准编号	国际标准名称（中文）	转化为我国标准编号	转化程度	国内计划状态
1	ISO 916:2020	制冷系统的试验	GB/T	MOD	20213068-T-604

PUBLISHED STANDARDS BY ISO/TC 86/SC 8（额外的转化工作）

1	ISO 817:2014	制冷剂 命名和安全分类	GB/T 7778-2017	MOD	已转化
2	ISO 817:2014 /AMD 1:2017	ISO 817:2014的1号增补件	GB/T 7778-2017 第1、2号修改单		部分转化
3	ISO 817:2014 /AMD 2:2021	ISO 817:2014的2号增补件			待转化

— 注：所列SC8项目非全部 —

标准制定背景

● 国际标准转化

STANDARDS BY ISO/TC 86/SC1 UNDER DEVELOPMENT

序号	国际标准编号	国际标准名称（中文）	国内计划状态
1~3	ISO/AWI 5149-1~3	制冷和热泵系统 安全与环境要求 第1~3部分	待转化
4	ISO 14903:2017/ FDAmD 1	ISO 14903:2017的1号增补件	同步转化中
5	ISO 21922:2021/ DAmD 1	ISO 21922:2021的1号增补件	同步转化中
6 新制定	ISO 22712	制冷和热泵系统 人员能力	待转化
7	ISO/DIS 24664	制冷系统和热泵 泄压装置及其相关管道 计算方法	待转化

标准制定背景

● 国际标准转化

STANDARDS BY ISO/TC 86/SC4 UNDER DEVELOPMENT

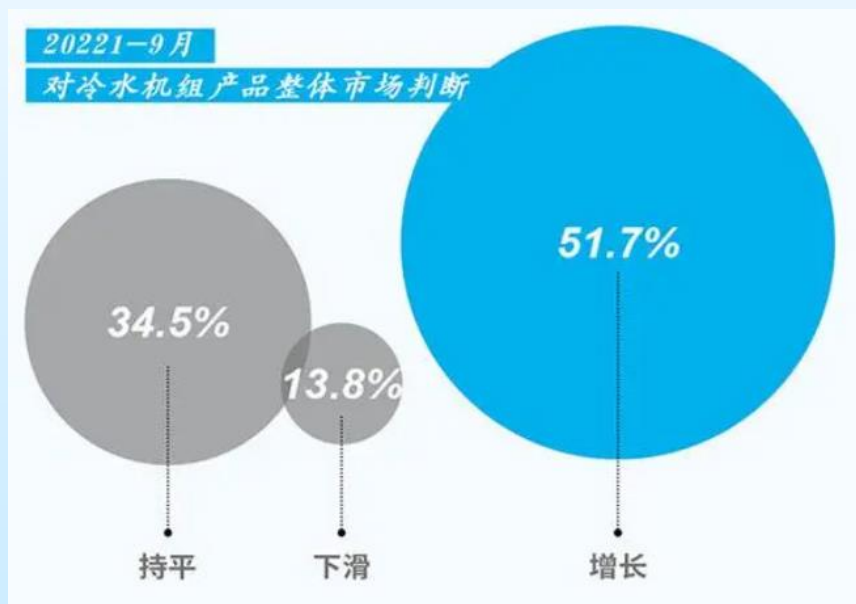
序号	国际标准编号	国际标准名称（中文）	国内计划状态
1	ISO/AWI 18483	离心式制冷剂压缩机的性能评定	
2	ISO/AWI 18501	容积式制冷剂压缩机的性能评定	
3	ISO/AWI 18976	ISO 917, 制冷剂压缩机的测试	
	ISO/CD 817	制冷剂——命名和安全分类（修订）	待转化

— 注：最后一项为SC8的项目 —

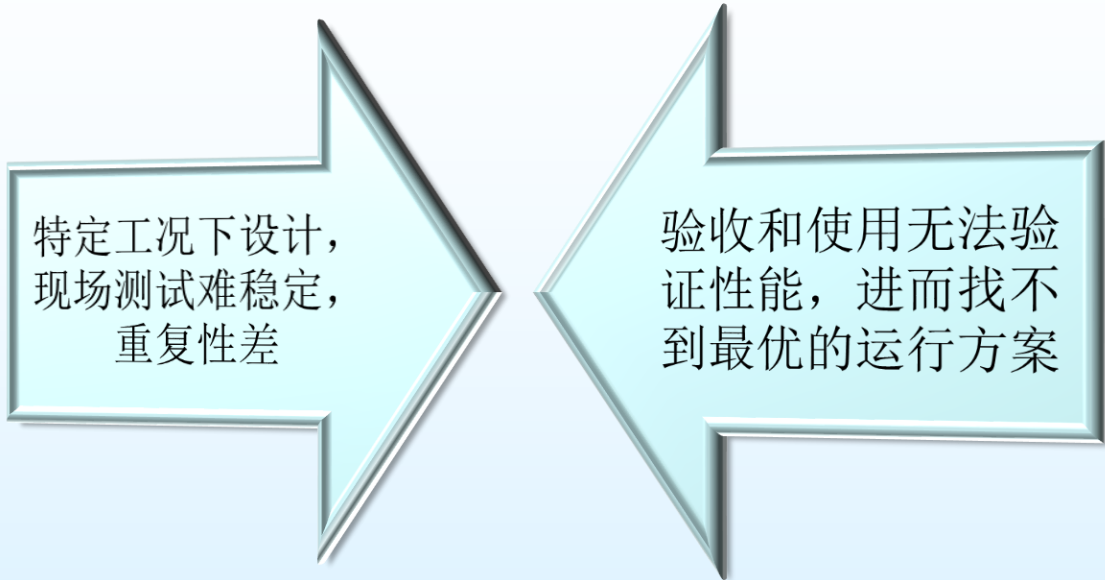
标准制定背景

● 项目研究意义

- ✓ 冷水机组在中央空调中占有相当大的地位。从厂家对于2022年冷水机组产品整体市场判断的反馈来看，冷水机组整体保持了一个平稳上升的势头，冷水机组市场的增速回升。贝哲斯咨询预计至2027年全球冷水机市场规模将会达到717.01亿元，以5.1%的复合年增长率增长。



标准制定背景



特定工况下设计，
现场测试难稳定，
重复性差

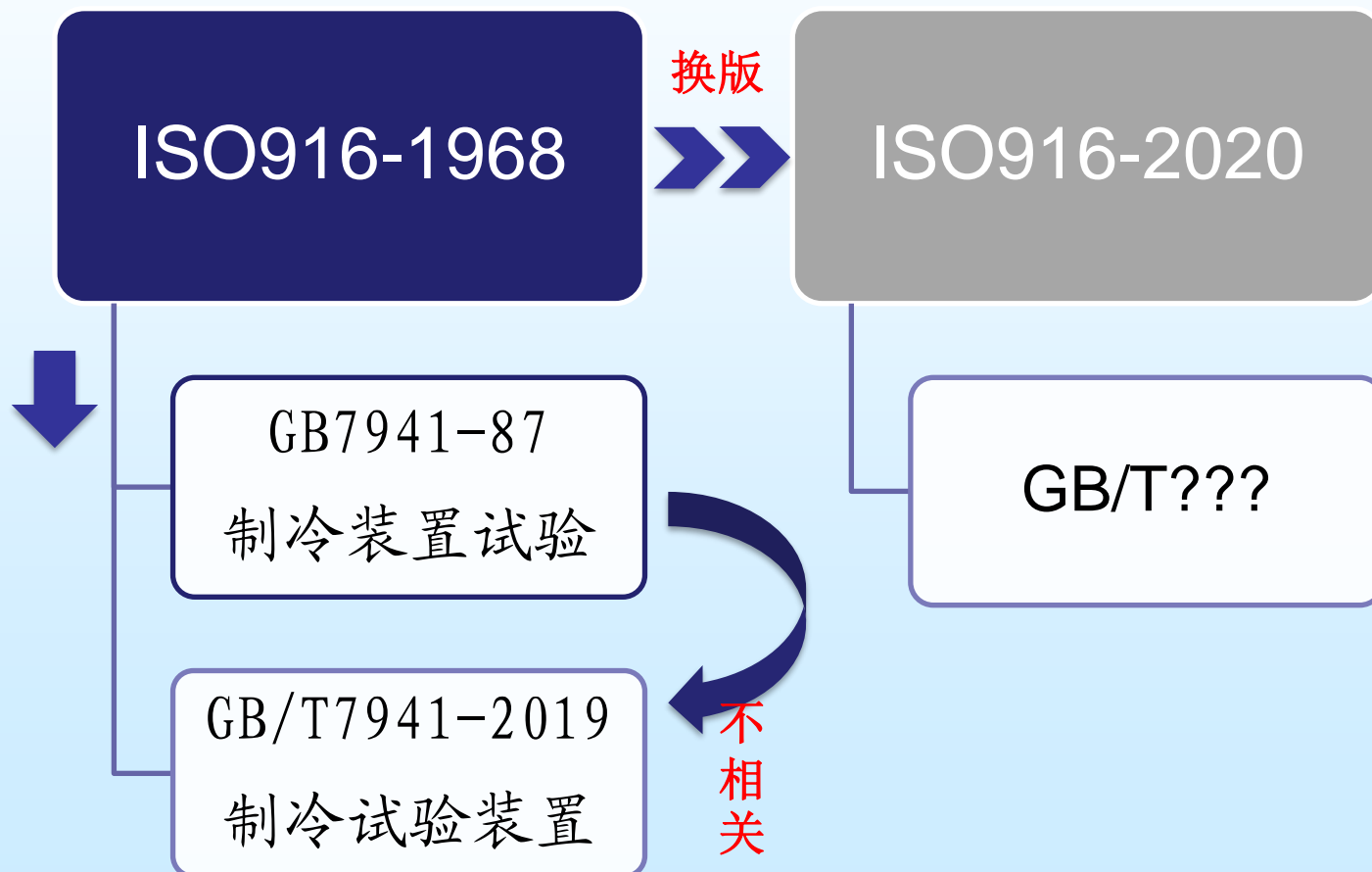
验收和使用无法验证性能，进而找不到最优的运行方案

如何用**相对可靠**的测试方法评价在用机组效率是当前亟需解决的问题。

标准制定背景

标准转化

ISO916-2020的上一版标准是ISO916-1968，对应国标为GB7941-87，转化方式为等效采用。



标准制定背景

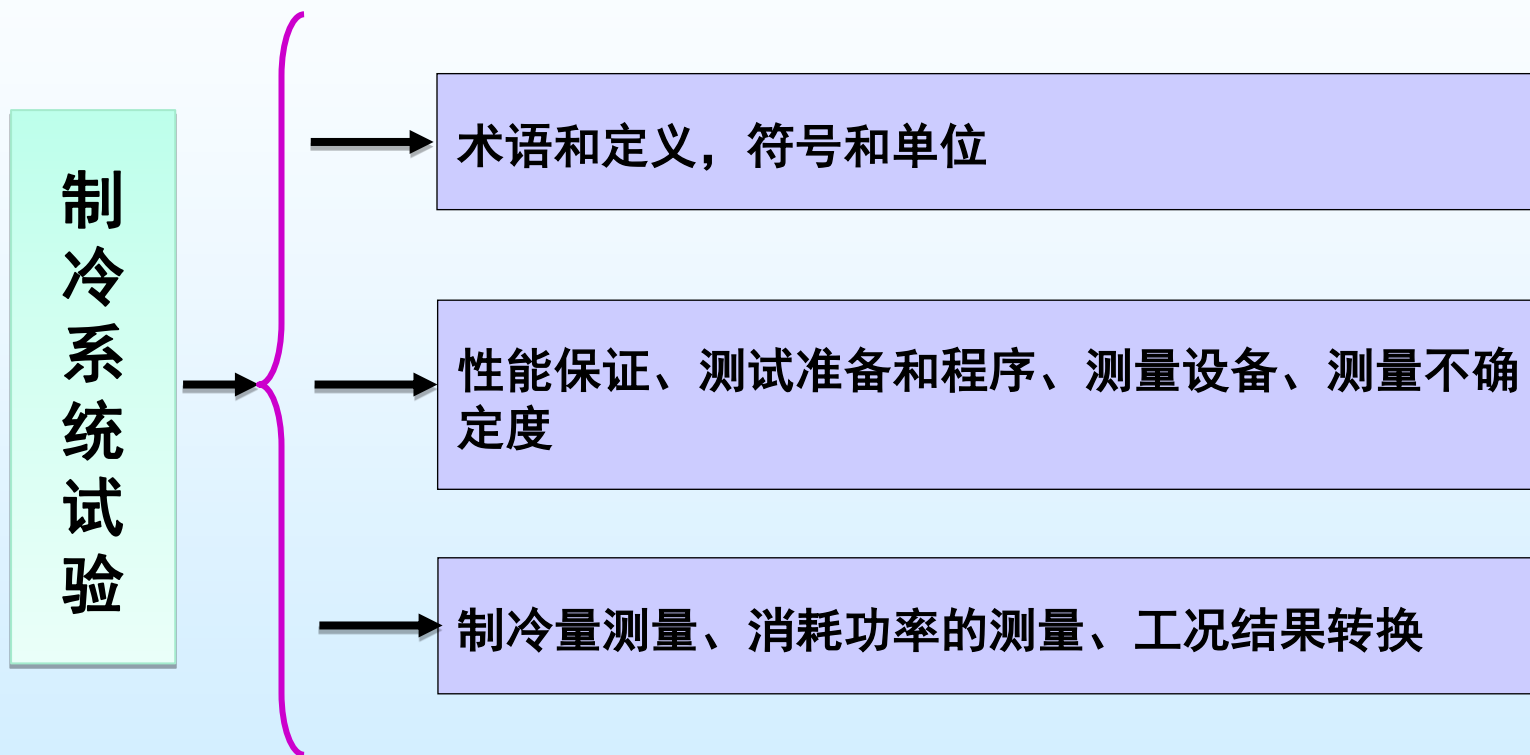
The main changes compared to ISO/R 916 :1968 are as follows:

- — clarification in the Scope that this document is applicable to measurements on site;
- — complete revision of the structure of the Terms and definitions clause;
- — inclusion of transcritical refrigerant systems;
- — new wording to the clauses “Tolerance” and “Measuring instruments”;
- — **deletion of “5.1.2.2, secondary cooling medium (gaseous)”**;
- — editorial changes;
- — structured according to the current version of ISO/IEC Directives Part 2.

与ISO/R 916 :1968相比，主要变化如下：

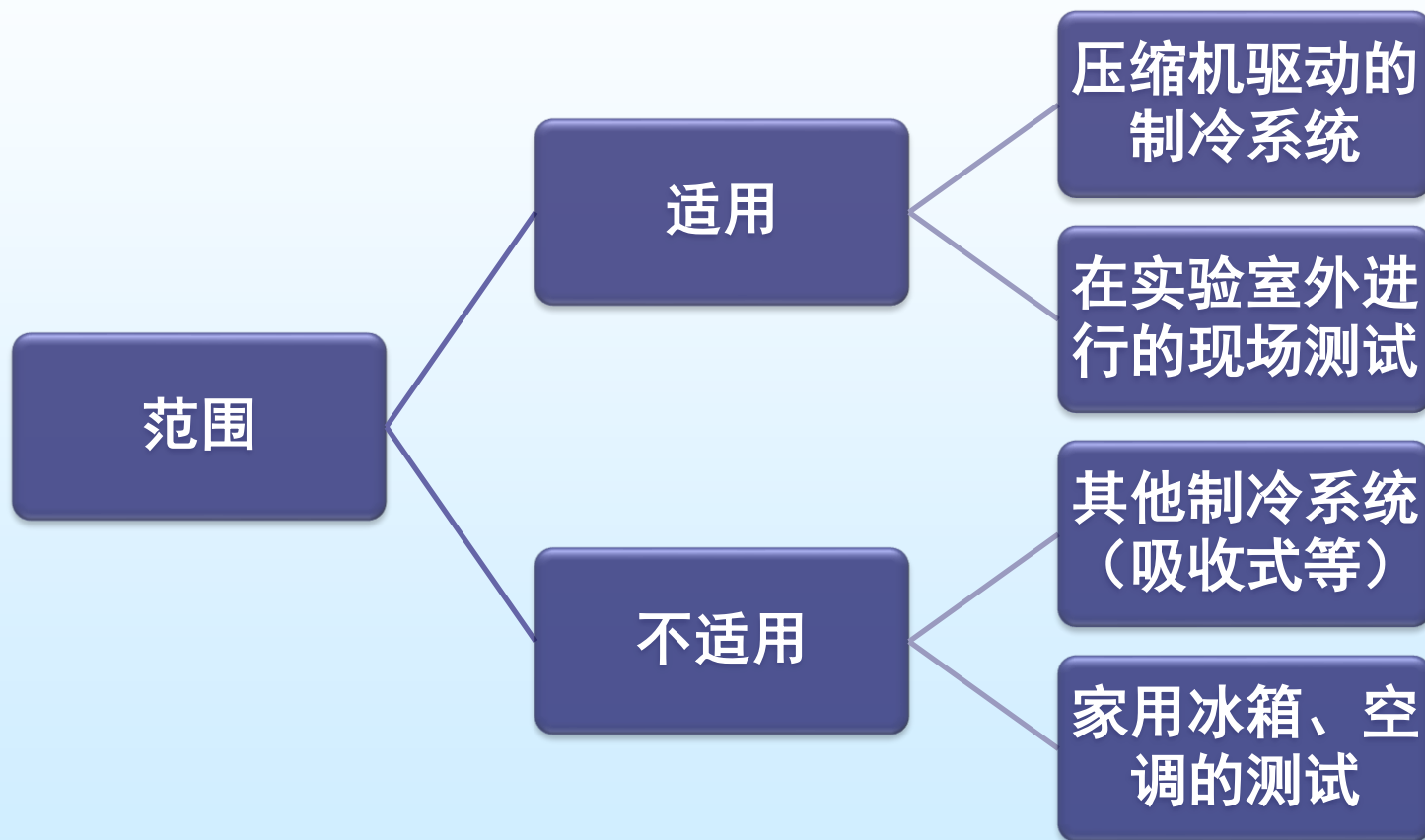
- 澄清本文件适用于现场测量的范围；
- 术语和定义条款结构的完整修订；
- 包括跨临界制冷系统；
- “制造允差”和“测量仪器”条款的新措辞；
- 删除“5.1.2.2，载冷剂(气态)”**；
- 编辑上的改动；
- 根据ISO/IEC指令第2部分的当前版本构建。

标准主要内容



标准主要内容

1. 标准的适用范围



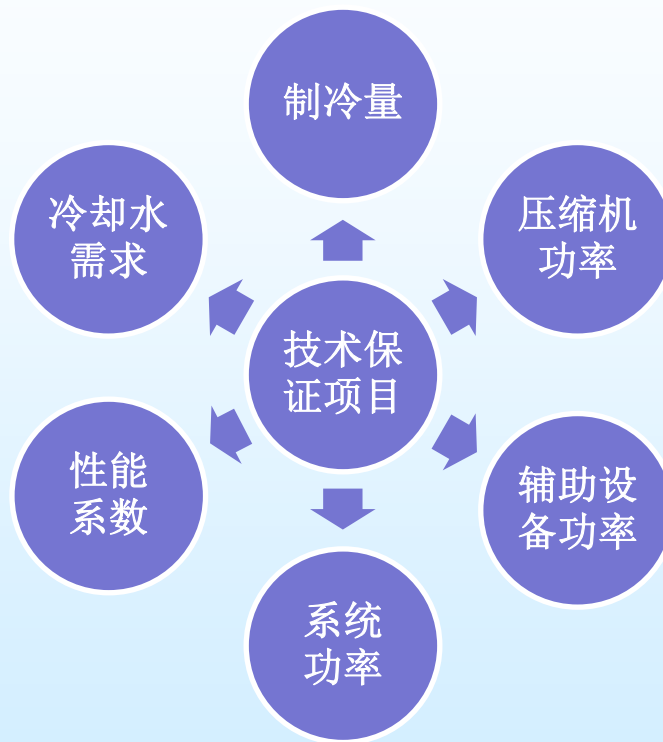
标准主要内容：定义

- ✓ **总制冷量**
单位时间内制冷剂从环境中吸收的热量。
- ✓ **净制冷量**
单位时间内制冷剂从蒸发器的被冷却介质中吸收的热量。
- ✓ **有效制冷量**
单位时间内制冷剂或被冷却介质吸收的有效热量。

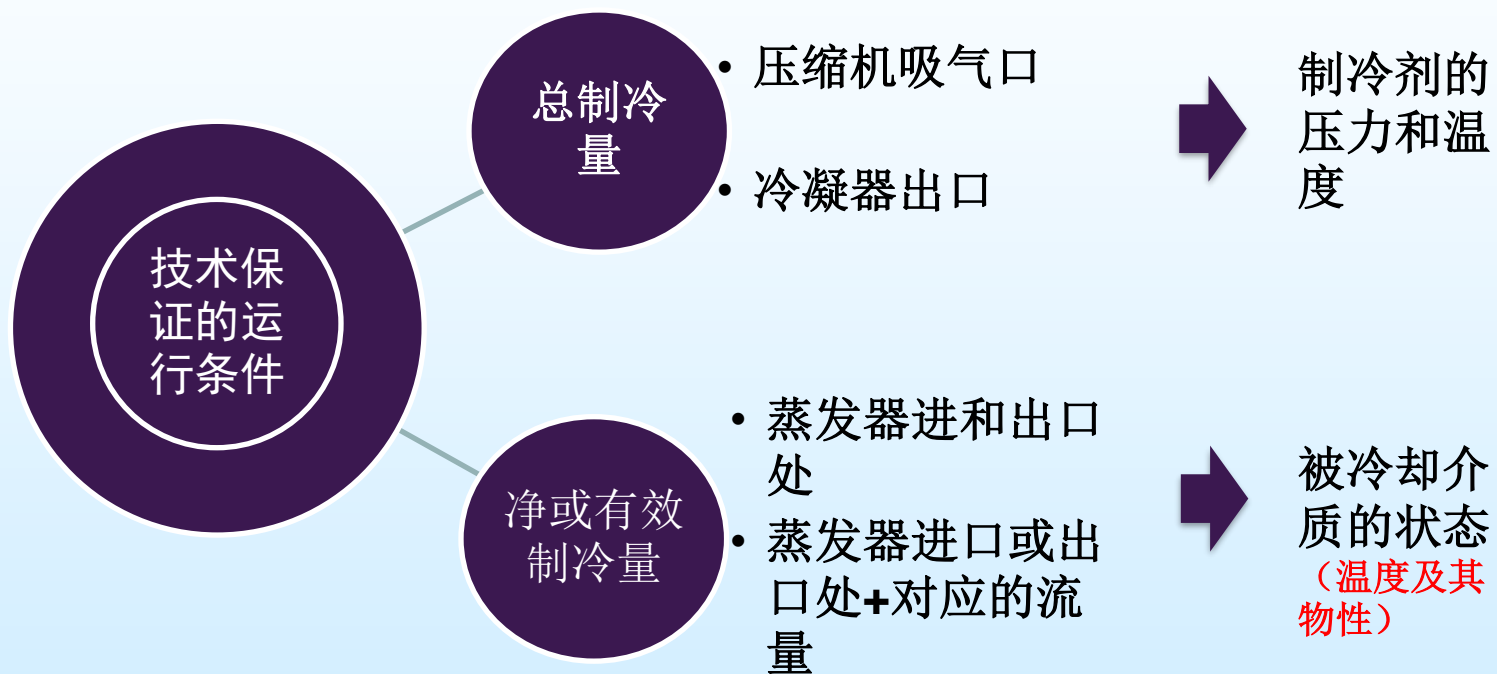
等同于
GB/T10870

标准主要内容：性能保证—概述

- 对于技术保证测试项目的数据，宜在技术保证的运行工况附近进行多点测量。
- 为**避免**使用**插值**，在允许的
运行条件变化范围内这些测量数据可用图形来表示。
- 运行条件的允许偏差应符合协议的规定。



标准主要内容：性能保证



标准主要内容：性能保证

技术保证的运行条件

转换为保证条件

- 指定压缩机转速或电源频率
- 蒸发器和冷凝压力（或温度）

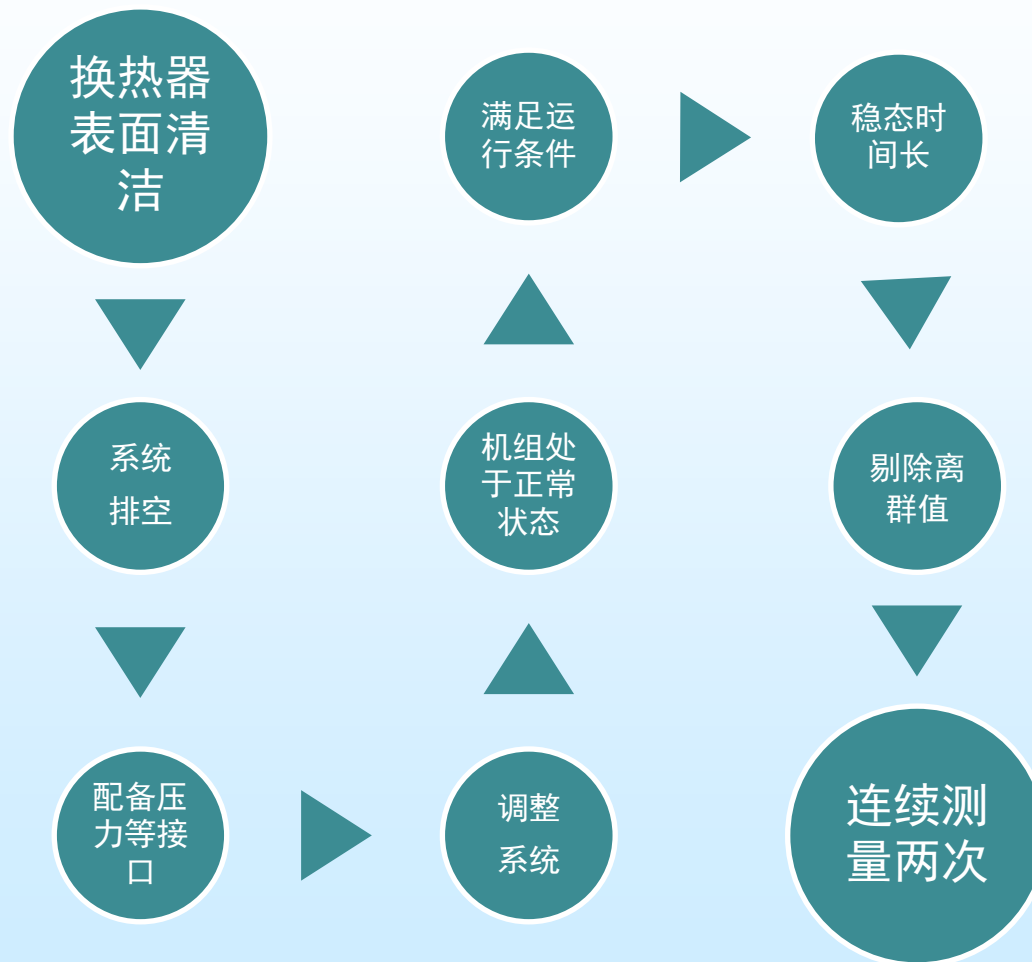
制造允差

- 制造过程中产生的偏差，要另行约定

验收限值

- 制造允差与总测量不确定度的总和
- 如果规定零负允差，仍要满足不确定度要求

标准主要内容：测试准备和程序



标准主要内容：测量设备

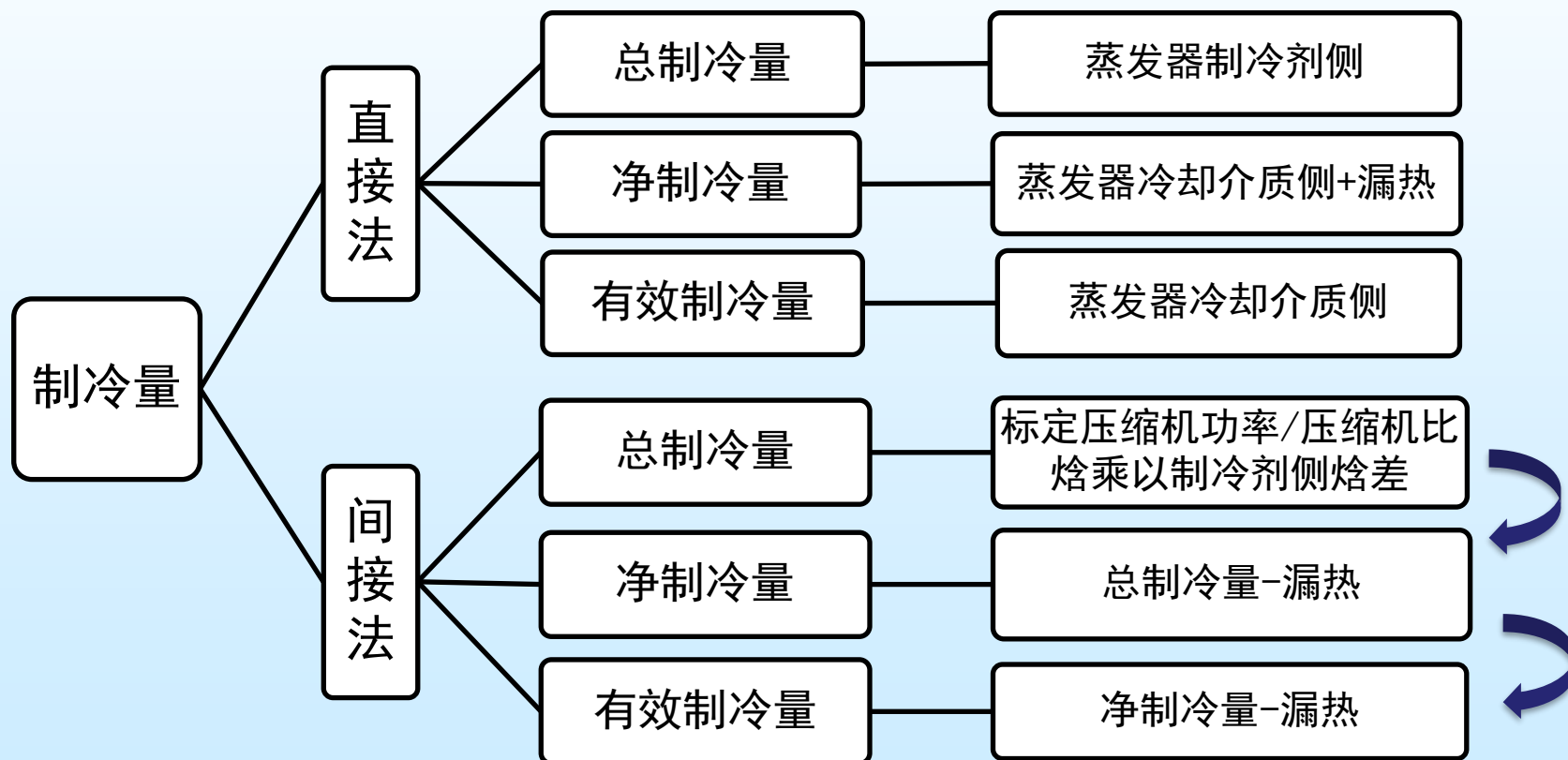
设备
要求



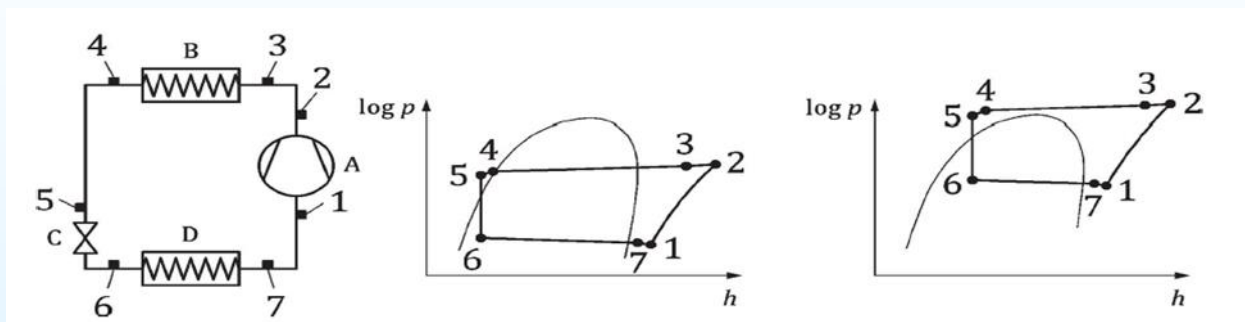
仪器仪表	测量不确定度
温度	±0.1 °C 载冷剂或冷却水
	±0.5 °C 其他温度
压力	0.6~0.1级（精密压力计）
	1% 充液压力表
电功率	0.5% 指示测量仪器
	1% 集成测量仪器
流量	2%
速度	0.75%
扭矩	1%
时间	0.1%
质量	0.2%

标准主要内容：试验方法

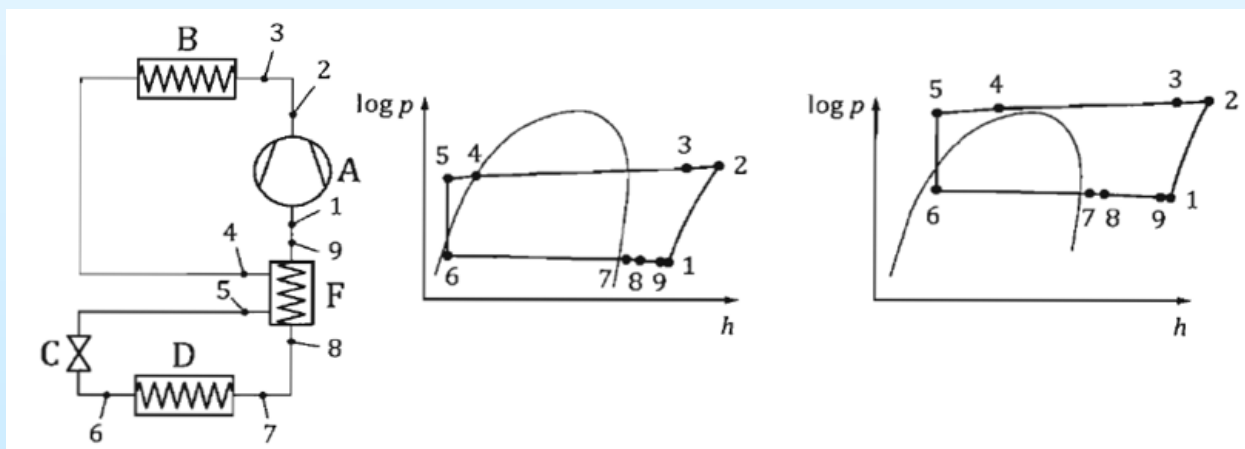
- 本标准主要是围绕制冷量和输入功率的试验方法展开的。试验方法分为：**直接法和间接法**。



标准主要内容：试验方法——直接法



a) 单级制冷系统



b) 带回热器和干式蒸发的单级制冷系统

标准主要内容：试验方法——直接法

- 总制冷量： $Q_{og} = m_R(h_1 - h_5)$
- 如何确定制冷剂质量流量 m_R ，标准给出两种测量方法，直接法和间接法：

1. 直接法测量制冷剂质量流量

通过流量计法测定制冷剂质量流量。

2. 间接法根据热平衡法确定制冷剂质量流量

在冷凝器处建立热平衡： $m_R = \frac{m_W \cdot c_W \cdot \Delta t_W + Q_{cor}}{\Delta h_R}$

$\Delta h_R = (h_3 - h_4)$ 是冷凝器中制冷剂的焓差

$$Q_{cor} = u \cdot A(t_m - t_{amb})$$

u ——沿冷凝器外壁内表面流动的介质与周围环境之间的总传热系数。

$u = 7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 如果冷凝器没有隔热并且没有安装在室外；

A ——冷凝器外表面与环境接触的面积；

t_m ——冷凝器外壁的平均温度；

t_{amb} ——环境温度。

标准主要内容：试验方法——直接法

- 校正 Q_{cor} 可以为正或负。由于它仅由近似法确定，因此与热平衡其他热量相比肯定很小。因此，它不应超过10.4中给出的最大允许误差。如果需要，应提供**保温**；在这种情况下，通过使用以下**平壁**近似公式来确定 u 值：

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{\lambda}$$

GB/T10870



热源侧换热器制冷剂侧无隔热时，取 $K_h = 7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{°C})$ ；对热源侧换热器进行隔热时， K_h 由式(13)确定：

$$\frac{1}{K_h} = \frac{1}{\alpha_h} + \frac{\delta_h}{\lambda_h} \quad \dots\dots\dots (13)$$

辅助设备无隔热时，取 $K_f = 7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{°C})$ ；对辅助设备进行隔热时， K_f 由式(14)确定：

$$\frac{1}{K_f} = \frac{1}{\alpha_f} + \frac{\delta_f}{\lambda_f} \quad \dots\dots\dots (14)$$

$\alpha = 7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 是自由对流的近似值；

δ 和 λ 是绝缘层的厚度和其在运行工况下的导热系数。

标准主要内容：试验方法——直接法

净制冷量（液体载冷剂法）

$$Q_{on} = m_K \cdot c_K \cdot \Delta t_K + Q_{cor}$$

蒸发器进口和出口之间的冷却介质的温度下降 Δt_K 不应小于5 K。

$$Q'_{cor} = u \cdot A(t_{amb} - t_m)$$

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{\lambda}$$

u ——环境与冷却介质之间的总传热系数（蒸发器中的冷却介质冷媒未完全与周围环境隔离）；

A ——蒸发器外表面与环境接触的面积；

t_m ——是一个平均温度（具有强制循环蒸发器的冷却介质的进口和出口温度的算术平均值）；

t_{amb} ——环境温度

标准主要内容：试验方法——直接法

有效制冷量

★ 直接测量（净制冷量法）

根据冷却介质的流量确定的净制冷量，同时减去 Q_{cor} 。

★ 量热计测量

此方法用来测量冷媒被冷却介质的有效制冷量，并且在测试过程中在无法实现稳态条件时将应用此方法。如果需要，将用人工热源代替天然热源。然后，测量人工热源提供的换热量，该换热量等于有效制冷量。

标准主要内容：试验方法——间接法

若直接法不可行或者不如间接法精确，或者用于验证直接法时（根据8.1），可使用间接法。

✓ 总制冷量

通过校准的压缩机测定总制冷量。这是在压缩机安装到制冷系统之前在制造商处进行的一项测定压缩机消耗功率（压缩机功率）的试验，该试验的条件代表了以后的运行条件，特别是蒸发温度和冷凝温度。总制冷量为压缩机功率乘以按3.1分配给总制冷量的给差，再除以分配给压缩机功率的焓差。

$$Q_{on} = \frac{P * (h_1 - h_5)}{h_2 - h_1}$$

标准主要内容：试验方法——间接法

✓净制冷量

根据总制冷量减去控制阀和压缩机进口之间的隔热损失，得出净制冷量。

✓有效制冷量

有效制冷量可以根据净制冷量确定，同时减去漏热修正。

标准主要内容：试验方法——间接法

- 该方法列于间接法中，且仅作为一个对直接测量的验证程序。

如果平衡内发生重大偏差，则应查找相应的原因。

对于具有节流膨胀和水冷冷凝器且没有水蒸发的制冷系统，使用公式建立平衡：

$$Q_{og} = Q_I + Q_{II} + Q_{III} - P + Q_{IV}$$

或在单级压缩的情况下，用公式：

$$Q_{og} = \frac{h_1 - h_5}{h_2 - h_1} (P - Q_{II} - Q_{IV})$$

Q_I ——传递给冷凝器和过冷器中的水或周围空气的热量；

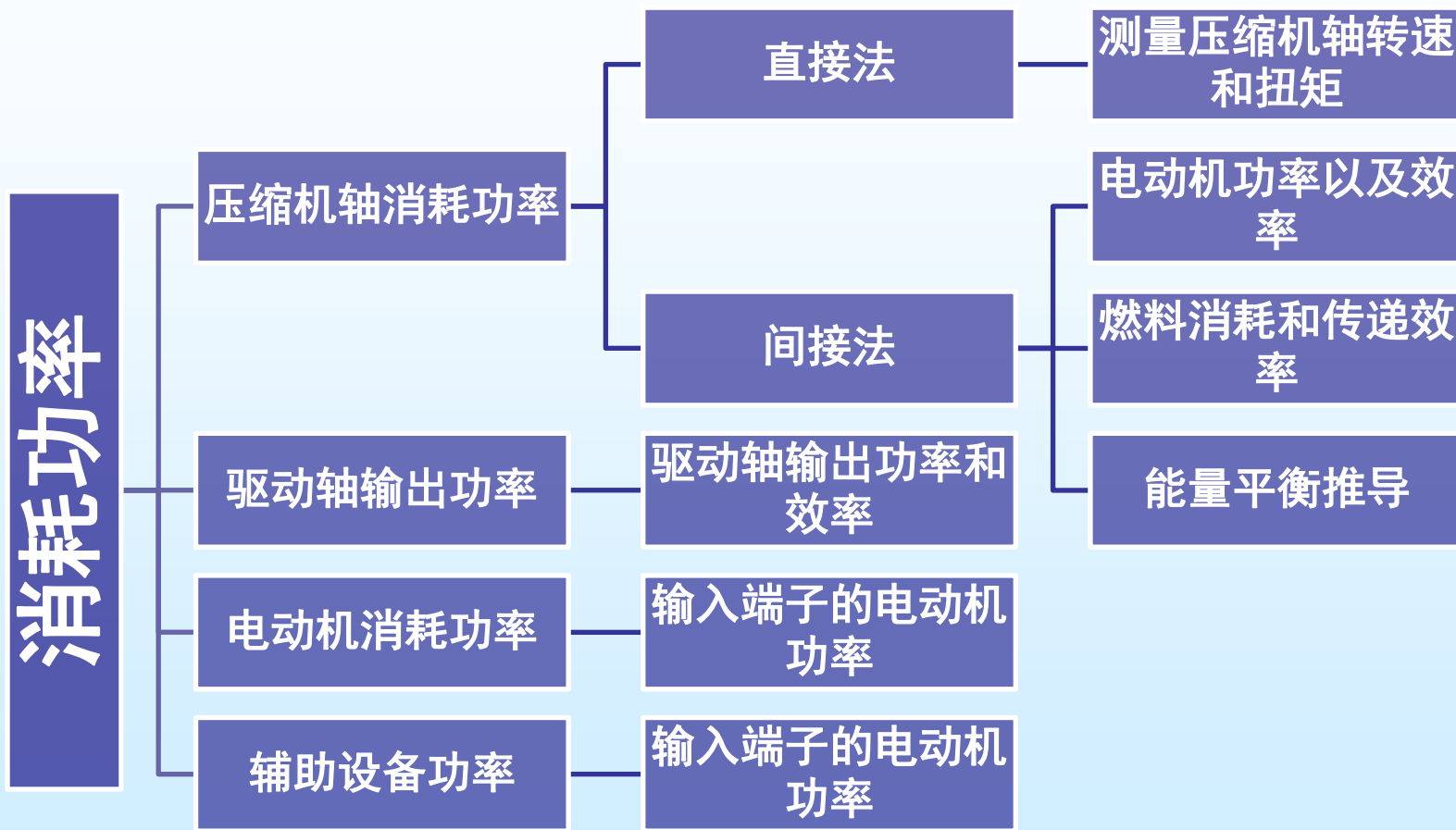
Q_{II} ——从压缩机以及中间冷却器（在适用于多级系统）传递到传热介质的热量；

Q_{III} ——压缩机出口和冷凝器进口之间高温排气管（包括油分离器）对外传递的热量；

P ——压缩机轴消耗功率或电动机端子的输入功率；

Q_{IV} ——压缩机壳体（包括机油冷却器和辅助设备）对外传递的热量，它不包含在 Q_{II} 中。

标准主要内容：试验方法



标准主要内容：测量不确定度

- ✓ 测量不确定度值是指扩展的测量不确定度，置信区间为95%，等于标准偏差的两倍。
- ✓ 下表给出的总测量不确定度是指安装现场的测量。在测试台上进行测量可能会导致**测量不确定度显著降低**，然后应针对每种具体情况确定。

总测量不确定	方法
±6%	冷凝器的热平衡
±6%	冷凝器和后冷器的热平衡
±9%	过冷器的热平衡
±7%	制冷剂的质量流量
±7%	冷却介质的质量流量
±7%	量热计测量
±10%	总能量平衡

标准主要内容：工况结果转换

试验运行期间应采用读数的算术平均值作为测量的结果。
当测量符合不确定度的要求时，应使用两个同时或连续进行的测试结果的平均值，但前提是这两个结果之间的**差值**不超过**较低结果的10%**。

注：两个同时测试结果指的是利用直接法和间接法两种测量方法测试的结果，两个连续测试结果指的是利用一种测量方法进行两次测试的结果。

标准主要内容：工况结果转换

一般要求

✓选型软件

制造商应能提供产品所有者信息、产品信息、产品性能数据、版本信息等集合而成的计算机输出文档、电子图表或计算机选型软件。并在委托测试机构处进行**备案**。

✓选择合适的工况

运行模式	使用侧		热源侧					
	冷、热水		风冷式		蒸发冷却式		水冷式	
	进出水温差 ^a	出口水温	干球温度	湿球温度	干球温度	湿球温度	进口水温	进出水温差 ^a
制冷	3~10	5~15	21~43	—	21~43	15.5~29	19~33	3~10
制热	3~10	35~50	-10~21		-10~21	-10~15.5	15~21	3~10

^a 本文件仅给出参考范围，实际选定出口水温后，是采用定温差还是定流量进行测试，由制造商自行确定。

标准主要内容：工况结果转换



$$\sigma_Q = \frac{Q_S - Q_X}{Q_{eq}} \times 100\%$$

$$\sigma_P = \frac{P_S - P_X}{P_{eq}} \times 100\%$$

采用**线性回归**

谢谢!

THANKS!