



## 目录

目录.....	1
真空测量介绍.....	2
一、    低真空度的测量原理.....	3
二、    中真空度的测量原理.....	3
三、    高真空度或超高真空度的测量原理.....	3
Pfeiffer 真空计选用规则.....	7
一、    根据系统接口类型.....	7
二、    根据测量范围.....	10
三、    根据使用环境.....	11
四、    要求的精度和精密度.....	12
Pfeiffer 真空计介绍.....	13
一、    应力 (Piezo)薄膜真空计.....	13
二、    电容薄膜真空计.....	15
三、    皮拉尼 (Pirani)真空计.....	17
四、    冷阴极离子真空计.....	19
五、    热阴极离子真空计.....	21
六、    复合真空计.....	22
七、    Pfeiffer 真空计列表.....	23

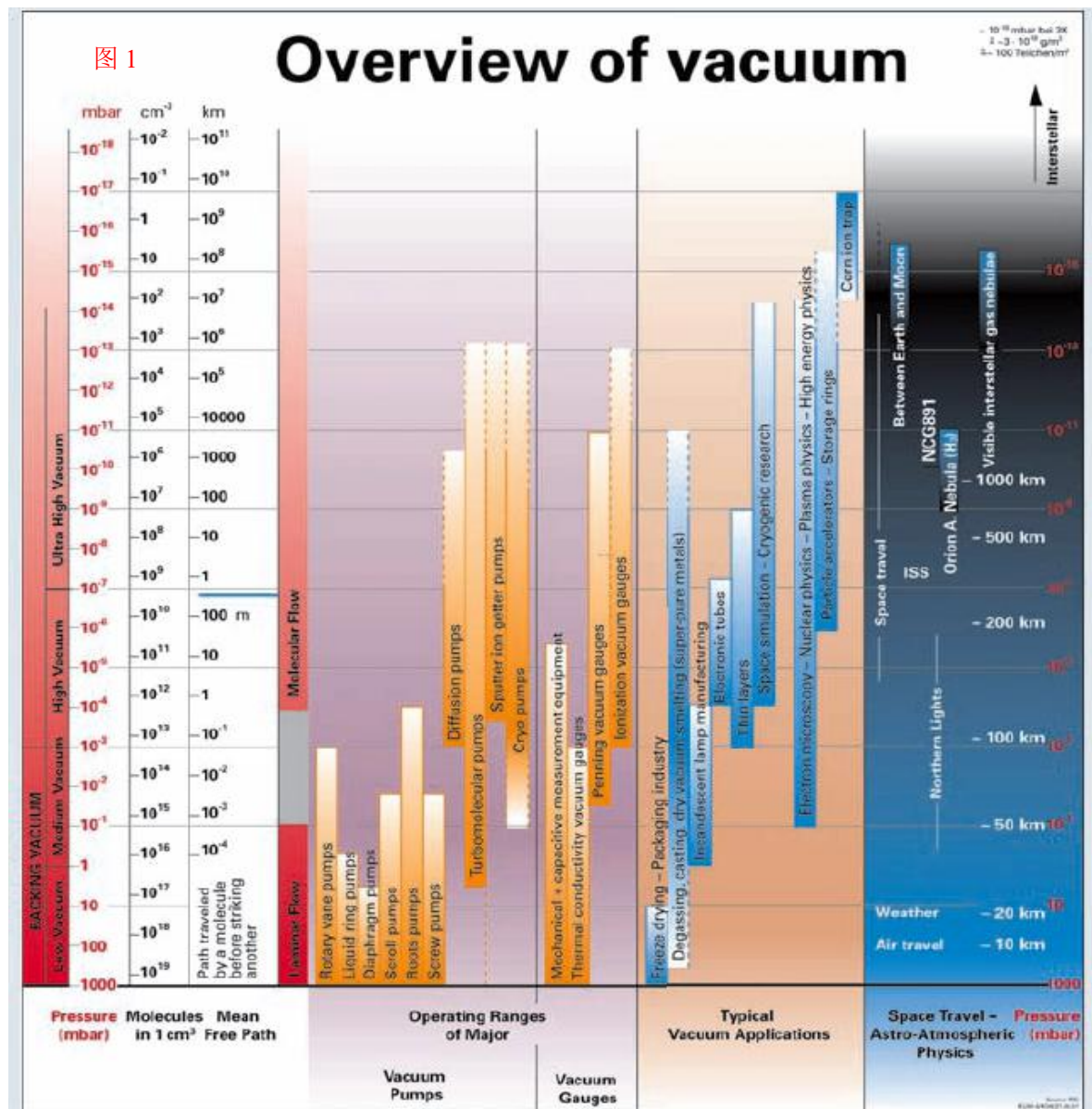
本文翻译，来源于 Pfeiffer-vacuum 公司的产品目录红皮书，  
部分文字内容为自己编写。



# 真空测量介绍

按工业标准的定义，真空(Vacuum)就是“低于一个标准大气压的气体充满空间的状态”。如图 1: Overview of vacuum，随着压力或单位体积内分子数的减少，真空度的大小各不相同。

真空度的单位与压强的单位一样，用 Pa, mbar 等表示。有两种表示方式：绝对真空度与相对真空度。一般说，用绝对真空度比较好理解，即准确说出当前的压力和压强是多少。对高低不同的真空进行测量，所依据的原理也各不相同。





### 一，低真空度的测量原理

低真空度是指 1000mbar~1mbar 范围内的真空。此范围内，由压强变化引起的压力变化比较明显，可以通过测量力的变化来测量出真空度，如：

- 应力片（Piezo）薄膜真空计，通过应力片，感知设计好的薄膜上力的变化，得知当前的真空度。如 Pfeiffer 的 CPT 100 及 APR 系列,就应用了 Piezo 膜应力片，来检知压力的细微变化，从而测量出真空度。
- 电容(Capacitive)真空计，由于压力不同，会引起电容两极距离的变化，这会使电容的大小发生变化。这样通过测量这种电容大小的变化，就能得知当前的真空度。如 Pfeiffer 的 CMR 系列。

### 二，中真空度的测量原理

中真空度是指 1mbar~ $1 \times 10^{-3}$ mbar 范围内的真空。此范围内，压力的绝对大小变的不容易测得，但空气的热传导能力显的很有特点。这样也有两种方法可以测量出真空度：

- 电容(Capacitive)真空计，通过调节预设压力的大小，电容真空计可以完成中真空度范围的测量。在 Pfeiffer 的 CMR 系列中，CMR 275 可测到  $10^{-5}$ mbar 数量级。
- 皮拉尼（Pirani）真空计，中真空度条件下，热传导能力与真空度线性对应。因此可以通过测量恒温电阻丝上的电流大小，测得真空度。如 Pfeiffer 的 TPR 系列，及一系列复合真空计中的低中真空探头，都是采用的 Pirani 管。

### 三，高真空度或超高真空度的测量原理

高真空是指  $1 \times 10^{-3}$ mbar~ $1 \times 10^{-7}$ mbar 范围内的真空，超高真空是指  $1 \times 10^{-7}$ mbar~ $1 \times 10^{-11}$ mbar 范围内的真空。在这样的范围内，再去通过测量压力的大小来测量压强，测量的精度及可靠性，就比较难实现。

压强的大小一方面体现为力的大小，另一方面还体现为单位体积内分子数的多少。在高真空条件下，可以通过计量单位体积内分子数的多少，来测



知当前的真空度。那么如何获得单位体积内的分子数呢？

我们知道：电子在相同的电子能量，相同的磁场中，所引起的分子电离电流越大，说明分子数密度越大。离子真空计就是在高真空条件下，通过计量分子电离电流的大小来测得分子数密度，从而测得真空度。

离子真空计有两种形式：

- 冷阴极离子真空计（Cold cathode ionization vacuum gauge），是通过加在阴阳两极间的高电压（3kV 左右），激出电子，同时这个电场又给了电子能量，用具有一定能量的电子去电离空气分子。

为了提高灵敏度，使得到的电离电流尽可能的大，一般将阴极做成空心圆柱状，将针状的阳极放在阴极中间，同时在阴极外围设置磁场（如图 2）。这样的条件下，电子的运动路径会形成螺旋状（如图 3），电离空气的机会大大增加，这样就使得电离的电流尽可能的大，提高了真空计的灵敏度及精度。

图 2

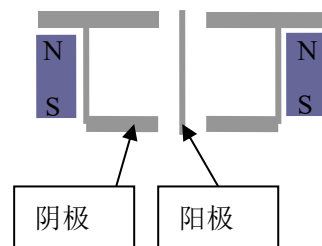
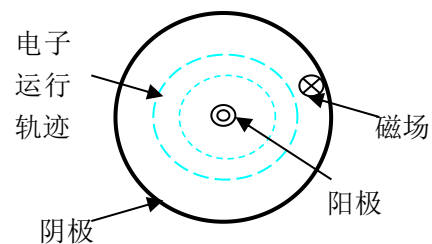


图 3



Pfeiffer 的冷阴极离子真空计 IKR 系列，测量范围为： $1 \cdot 10^{-2}$  mbar~ $1 \cdot 10^{-11}$  mbar，精度为：±30% reading，重复精度：±5%

- 热阴极离子真空计(Hot cathode ionization vacuum gauge)，是通过加热阴极，激出电子，再设置一定的电场（100V 左右），给电子一定的能量，去电离空气分子。

热阴极离子真空计在收集电离电流方面与冷阴极离子真空计有一些区别，并不是计量阴阳两极间的电流，而是另外设置了电流收集器（ion collector），结构比较复杂，但测量精度特别是重复精度也相应提高，如 Pfeiffer 的 IMR 265，重复精度达到了 2% reading。



离子真空计的使用需要注意：

- 1, 测得的真空度与分子的种类有关。因为不同的气体，被电离的能力不一样，读取的真空度并不是最后的结果，需要按给定的系数进行转换后，才能得到正确的结果。如下表，为 Pfeiffer 的冷阴极离子真空计 IKR/PKR 系列，在  $10^{-5}$ mbar 条件下的转换公式及转换系数：

gas type	K
air (N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO)	1.0
Xe	0.4
Kr	0.5
Ar	0.8
H <sub>2</sub>	2.4
Ne	4.1
He	5.9

$$p_{\text{eff}} = K \times \text{pressure indicated}$$

- 2, 溅镀 (Sputtering) 用的气体如氩气 (Ar) 会加速离子真空计污染，在探测元器件表面形成镀层，甚至会引起短路，使真空计失效。



使用中需要加强保养，以获得较好的使用效果及使用寿命。

- 3, 热阴极离子真空计要比冷阴极离子真空计精度高，但会受 X 射线影响，阳极材料本身也会使测量结果受影响。

### 热阴极规与冷阴极规的大概比较：

热阴极电离规在 N<sub>2</sub>、Ar 和 He 中的短期稳定性优于现代反磁控规, 2 种类型的电离规在 N<sub>2</sub>、Ar 和 He 中的长期稳定性类似, 但在 H<sub>2</sub> 中反磁控规的长期稳定性优于热阴极电离规。反磁控规的非连续性依赖于气体种类和规管, 消除反磁控规的非连续性仍然是一项具有挑战性的工作。在很宽的压力范围内, 热阴极电离规的相对灵敏度变化较小, 但反磁控规的相对灵敏度随压力变化较大。反磁控规的放电时间不仅与压力有关, 而且与气体种类有关, 当存在其他电离源时, 反磁控规的放电时间将大大缩短。反磁控规的出气率比热阴极电离规小得多, 而抽速与一个具有 10mA 发射电流的热阴极电离规相当。



## Pfeiffer 真空计选用规则

真空计就是依据上篇介绍的各种原理制作成的，用来测量真空状态下压力大小的真空传感器。根据中华人民共和国国家标准（GB7665—87），传感器（Transducer/Sensor）的定义是：能感受规定的被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置。传感器是一种以一定的精确度把被测量对象转换为与之有确定对应关系的、便于应用的某种物理量的测量装置。真空计就是以一定的精度将真空压力转化为有确定关系的电压电流值的测量装置，是传感器的一种，在一个系统中的功能和温度计，磁力计，光感计等等，没有什么本质的区别。

Pfeiffer 真空一直是全球真空市场的领导者，产品质量和服务值得信赖。Pfeiffer 提供全套的真空测量产品，既有单独测量，及时供有关人员读取的，也有可供自动化系统采用的；既有测量低真空的，也有测量高真空的；既有正常环境下使用的，也有特殊环境如高辐射，腐蚀气体等情况下使用的。

选用真空测量产品时，一般要考虑以下几个方面：

- 1), 信号的接受。真空计将真空压力转换成电信号后，可有两种形式被系统接受，可以是数字信号，可以是模拟信号。根据系统的需要来选择。
- 2), 真空测量范围。不同的真空计，量程是不一样的，我们需要根据不同工艺的不同真空要求来选择对应的真空计。真空包装用的真空计和半导体镀膜用的真空计肯定是不一样类型的产品。
- 3), 使用的环境。很重要一点就是有无辐射，还有就是有无腐蚀，污染是否严重等等都需要考虑，才能选择一款适用的真空计。
- 4), 要求的精度。如果选用的一款真空计测出来的数据，根本不能让你相信，精度达不到要求，那还不如不测。或者误差超出了工艺的要求，就会给生产过程带来麻烦，产品质量受影响，也是得不偿失的。

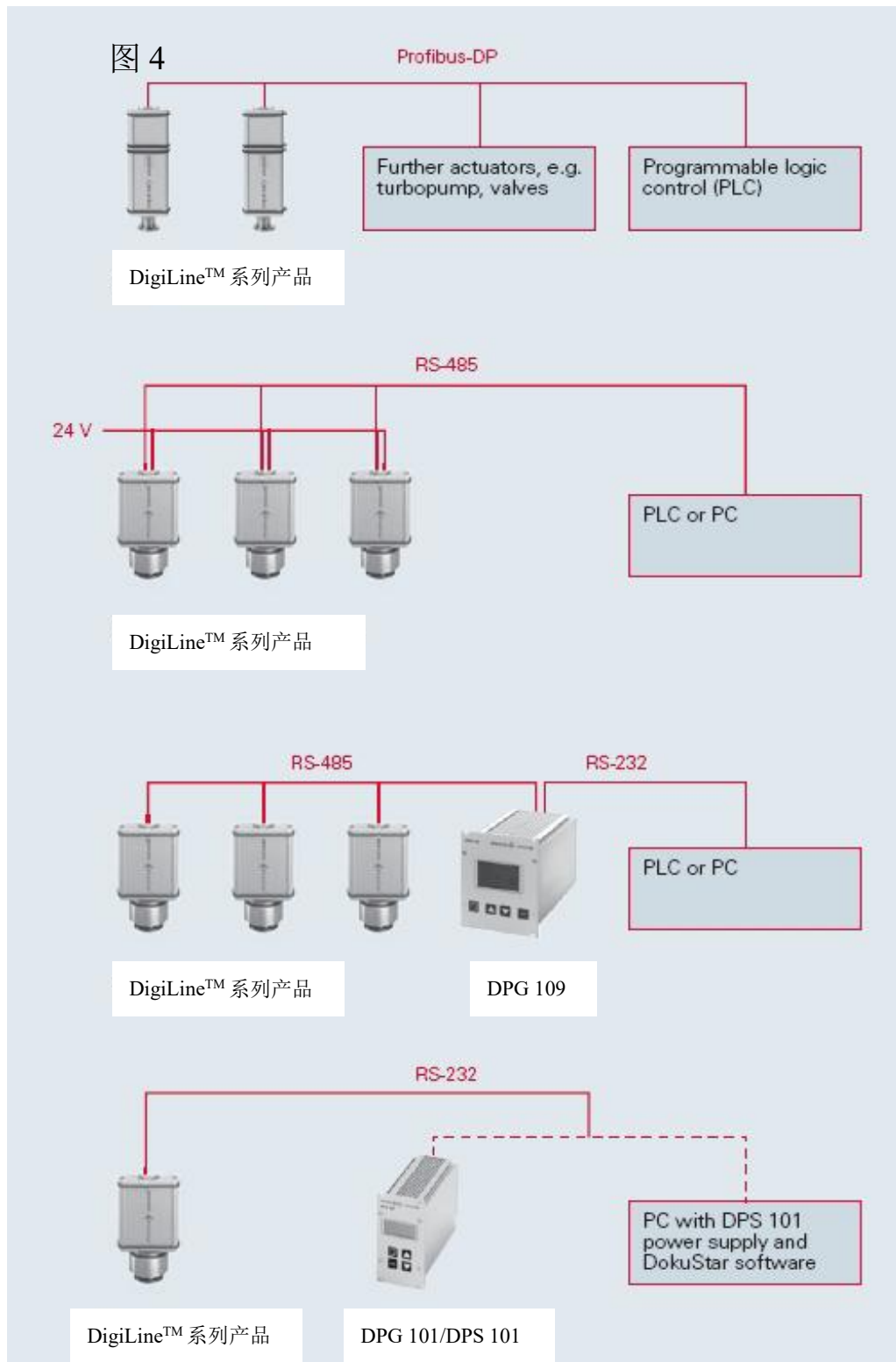
下面详细介绍，Pfeiffer 为不同的使用情况提供的可供选择的产品。

### 一，根据系统接口类型

- 1, 客户系统选用通用的工业总线标准，如 RS-232, RS-485, Profibus 等等，Pfeiffer 可提供 DigiLine™ 系列产品供使用。这系列产品采用数字信号接口，属于通用标准接口，可与系统接口直接连接。具有信号稳定，传输



距离远的特点，布线经济方便，系统组织灵活多变，如下图 4:



Pfeiffer 同时提供通讯协议，客户可在 PC 或 PLC 上自己编写解码软件，进行数据处理或数据显示。也可使用 Pfeiffer 提供的专用处理软件 DokuStar Plus。DigiLine™ 系列产品如下表:





产品类型	产品名称	测量最大值	测量最小值
Digital piezo transmitter	CPT 100	2000 mbar	1 mbar
Digital Pirani transmitter	PPT 100	1000 mbar	1E-4 mbar
Digital piezo/Pirani transmitter	RPT 100	1200 mbar	1E-4 mbar
Digital Pirani/cold cathode transmitter	MPT 100	1000 mbar	5E-9 mbar
Digital Pirani/Bayard-Alpert transmitter	HPT 100	1000 mbar	1E-9 mbar

2, 客户系统没有选用任何标准工业总线, 只是用普通的 I/O 来获取数据, Pfeiffer 可提供 ActiveLine 系列产品供使用。这系列产品只要客户系统控制部分有模拟信号通道, 客户就可以读取到真空压力数值的大小。Pfeiffer 提供的 ActiveLine 产品系列输出的模拟信号为: 0-10V 的电压, 客户系统得到这个信号后, 根据 Pfeiffer 提供的计算公式, 进行信号计算转换, 可以得到对应的真空度。ActiveLine 系列产品如下表:

产品类型	产品名称	测量最大值	测量最小值
Active piezo transmitter	APR 2XX	55000 mbar	1E-1 mbar
Active capacitative transmitter	CMR XXX	1100 mbar	1E-5 mbar
Active Pirani transmitter	TPR 28X	1000 mbar	5E-4 mbar
Active Pirani/capacitative transmitter	PCR 260	1500 mbar	5E-4 mbar
Active cold cathode transmitter	IKR 2XX	2E-2 mbar	5E-11 mbar
Active Pirani/cold cathode transmitter	PKR 2XX	1000 mbar	5E-9 mbar
Active hot cathode transmitter	IMR 265	1000 mbar	2E-6 mbar
Active Pirani/Bayard-Alpert transmitter	PBR 260	1000 mbar	5E-10 mbar

上述两种接口形式真空计的读数, 除了用对应的接口被系统控制器 PC 或 PLC 接收外, 还可以用 Pfeiffer 对应的控制器连接, 进行离线式的真空数据读取。DigiLine™ 系列产品对应的 Pfeiffer 控制器为: DPG 101, DPG 109。其中 DPG 101 可控制 1 个 DigiLine™ 真空计, 显示 1 个真空计的读数, DPG 109 控制 9 个 DigiLine™ 真空计, 显示 9 个真空计的读数。ActiveLine 系列产品对应的有 3 种控制器: TPG 261, TPG 262, TPG 256 A, 无论何种 ActiveLine 真空计都可以



接到这 3 种真空计上，可自动识别，自动转换，如下图 5，为 ActiveLine 系列产品的拓扑图：

图 5



## 二，根据测量范围

真空压力大小的划分：

- 粗略真空 (Rough vacuum): 1000 ~ 1 (mbar)
- 中度真空 (Medium vacuum): 1 ~ E-3 (mbar)
- 高真空 (High vacuum): E-3 ~ E-7 (mbar)
- 超高真空 (Ultra-high vacuum): < E-7 (mbar)

对高低不同的真空进行测量，所用到的真空计类型也各不相同。如下表：

真空范围	真空计选择
粗略真空	应力薄膜真空计 (APR 250, APR 260, APR 265, APR 267 等等)、 电容薄膜真空计 (CMR 361, CMR 362, CMR 271, CMR 272 等等)
中真空	电容薄膜真空计 (CMR 363, CMR 364, CMR 273, CMR 274 等等)、 皮拉尼 (Pirani)真空计 (PPT 100, TPR 280, TPR 281 等等)
高真空	冷阴极离子真空计 (IKR 251, IKR 261 IKR 270 等等)、 热阴极离子真空计 (IMR 265, PBR 260 等等)



Pfeiffer 提供从正常大气压 1000mbar 到超高真空 1E-11mbar 全范围的真空测量计，既有分段测量真空计，也有全量程真空计，可根据需要选用。

### 三，根据使用环境

#### 1，腐蚀性环境

如果所测真空对象中有酸性，碱性等腐蚀性气体，如 SO<sub>2</sub>，NH<sub>3</sub>，CL<sub>2</sub> 等等，选用的真空配件包括真空计，都必须是抗腐蚀的。不然会造成测量不准，真空计损坏等等一系列问题。

Pfeiffer 的 DigiLine™ 系列产品都不防腐蚀，所以在腐蚀性环境中无法使用，只能选用 ActiveLine 系列产品。Pfeiffer 的 ActiveLine 系列产品中的防腐蚀真空计，覆盖全部真空测量范围。如应力 (Piezo)薄膜真空计全系列，电容薄膜真空计全系列，皮拉尼 (Pirani)真空计 TPR 281，冷阴极离子真空计全系列，热阴极离子真空计等等，都具有防腐蚀功能。

Pfeiffer 的防腐蚀真空计，是通过使用防腐蚀探测元件，防腐蚀密封件，接口部分选用不锈钢，来实现整个真空计的防腐蚀功能。

#### 2，强辐射环境

对于在辐射环境中使用的真空计，Pfeiffer 还提供了一个系列产品：ModulLine。ModulLine 只有探头部分，没有任何电子线路部分，所以适用于高辐射环境中。这类产品必须要和控制器 TPG 300 一起使用，TPG 300 内的控制板是可以根据客户的需要灵活配置的。TPG 300 的输出接口板既有工业标准总线接口如 RS-232，RS-485 等，也有继电器功能输出。

#### 3，污染严重的环境

对于测量对象是有粉尘和污染严重的情况，一个选用抗污染能力强的真空计，如应力 (Piezo)薄膜真空计全系列，电容薄膜真空计全系列。另一个只能在安装位置和安装方式上去考虑，尽量减轻污染对真空计的影响。使用过程中也需要加强检查和保养，才能达到较好的使用效果。如对高真空和超高真空的测量，只能选用离子真空计，而离子真空计对污染和溅镀性气体都比较敏感，这种情况下，就只能在安装和使用上去想办法了。



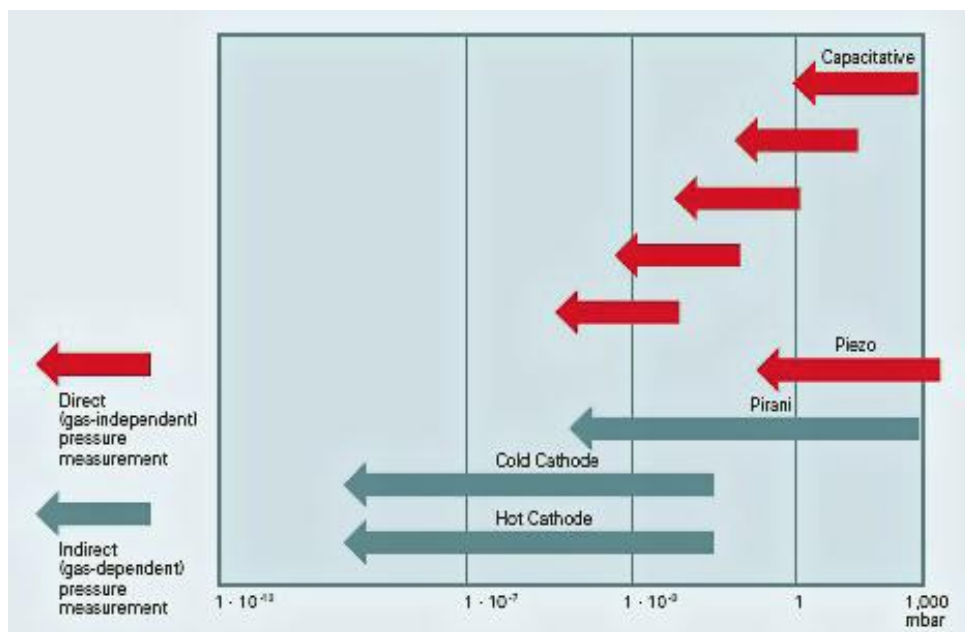
#### 四，要求的精度和精密度

一款传感器的精度和精密度，受测量原理及传感器生产质量影响，改良程度是有一定限度的。真空计的测量精度主要是受测量原理的影响，特别是高真空及超高真空的测量，受空气成分的影响很大，甚至需要用系数来修正。Pfeiffer 系列真空计的精度如下表：

真空计类型	精度	精密度	测量范围
应力薄膜真空计	1-2%	-	低真空
电容薄膜真空计	0.2-0.5%	-	低中真空
皮拉尼真空计	±15%	±2%	中真空
冷阴极真空计	±30%	±5%	高真空
热阴极真空计	15%	5%	高真空

从上表中可以看出：对低中真空的测量精度，要比对中高真空的测量精度高，其中电容薄膜真空计的精度要比应力（Piezo）薄膜真空计的精度高一个数量级。对高真空和超高真空的测量，热阴极真空计的精度和精密度都要比冷阴极真空计高。

总的来说，Pfeiffer 提供了真空测量的全系列产品，包括：通讯接口，测量范围，是否防腐蚀，苛刻的使用环境，精度要求等等。根据客户的要求，总能在 Pfeiffer 的产品中找到合适的。





## Pfeiffer 真空计介绍

德国 Pfeiffer 真空技术，代表独创，可靠的高科技产品，同时提供一流的服务。公司成立近 120 年，一直是真空业界的领导者，德国 Pfeiffer 提供的产品一直都是真空技术方面的里程碑。产品质量和遍布全球的销售服务网，使 Pfeiffer 成为您理想的合作伙伴。以下是真空计具体介绍：

### 一、 应力 (Piezo)薄膜真空计

Pfeiffer 应力 (Piezo)薄膜真空计系列，主要技术参数指标如下表：

技术指标	APR 250	APR 260	APR 262	APR 265	APR 266	APR 267
接口	DN 16 KF	DN 16 KF	G 1/4 "	G 1/4 "	G 1/4 "	G 1/4 "
输出信号	1.0-9.8V	1.0-9.8V	1.0-9.8V	1.0-9.8V	1.0-9.8V	1.0-9.8V
信号传输距离	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m
可烘烤温度	80°C	80°C	80°C	80°C	80°C	80°C
操作环境温度	10-+60°C	10-+60°C	10-+60°C	10-+60°C	10-+60°C	10-+60°C
存储环境温度	-40-+70°C	-40-+70°C	-40-+70°C	-40-+70°C	-40-+70°C	-40-+70°C
承受最大压力	3 bar	3 bar	6 bar	15 bar	30 bar	150 bar
精度	2% F. S.	1% F. S.	2% F. S.	2% F. S.	2% F. S.	2% F. S.
0 点漂移	0.5%F. S.	0.2%F. S.	0.5%F. S.	0.5%F. S.	0.5%F. S.	0.5%F. S.
量程最大值	1100 mbar	1100mbar	2200mbar	5500mbar	11000mbar	55000mbar
量程最小值	0.1 mbar	0.1 mbar	0.2 mbar	0.5 mbar	1 mbar	5 mbar
供电电压	13-30 VDC	13-30 VDC	13-30 VDC	13-30 VDC	13-30 VDC	13-30 VDC
功率消耗	0.2 W	0.2 W	0.2 W	0.2 W	0.2 W	0.2 W
材料	不锈钢	不锈钢	不锈钢	不锈钢	不锈钢	不锈钢

Pfeiffer 应力 (Piezo)薄膜真空计系列主要特点：

- ✓ 测量精度不受被测对象的成分影响



- ✓ 全系列可抗腐蚀
- ✓ 测量精度高
- ✓ 最高正压可测到 55 bar,

缺点:

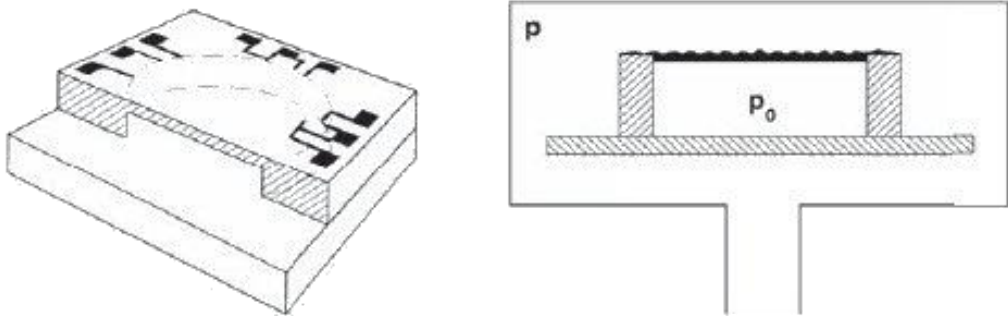
- 烘烤温度较低, 只到 80℃
- 信号传输距离近, 为 50 m
- 精度会受使用时间及温度的影响

适用于生产工艺中, 有明显正压, 又需要有负压, 或正负压交替的设备中。

还适用于有污染有腐蚀的场合。

结构示意图如下图 6:

图 6



APR 系列产品外观如图 7:

图 7





## 二、 电容薄膜真空计

Pfeiffer 电容薄膜真空计系列，主要技术参数指标如下表：

技术指标	CMR 361	CMR 362	CMR 363	CMR 364	CMR 365
接口	DN 16 KF/CF	DN 16 KF/CF	DN 16 KF/CF	DN 16 KF/CF	DN 16 KF/CF
输出信号	1.0-9.8V	1.0-9.8V	1.0-9.8V	1.0-9.8V	1.0-9.8V
信号传输距离	120 m	120 m	120 m	120 m	120 m
可烘烤温度	110°C	110°C	110°C	110°C	110°C
操作环境温度	+5-+55°C	+5-+55°C	+5-+55°C	+5-+55°C	+5-+55°C
存储环境温度	-40-+65°C	-40-+65°C	-40-+65°C	-40-+65°C	-40-+65°C
承受最大压力	3 bar	2 bar	2 bar	2 bar	1.3 bar
精度	0.2% of reading	0.2% of reading	0.2% of reading	0.2% of reading	0.2% of reading
0 点漂移	0.005%F.S./ °C	0.005%F.S./ °C	0.005%F.S./ °C	0.015%F.S./ °C	0.02%F.S./ °C
量程最大值	1100 mbar	110mbar	11mbar	1.1mbar	0.11mbar
量程最小值	0.1 mbar	1E-2 mbar	1E-3 mbar	1E-4 mbar	1E-5 mbar
供电电压	14-30 VDC	14-30 VDC	14-30 VDC	14-30 VDC	14-30 VDC
功率消耗	1 W	1 W	1 W	1 W	1 W
探头材料	陶瓷+不锈钢	陶瓷+不锈钢	陶瓷+不锈钢	陶瓷+不锈钢	陶瓷+不锈钢

Pfeiffer 电容薄膜真空计系列主要特点：

- ✓ 没有记忆影响
- ✓ 测量精度不受被测对象的成分影响
- ✓ 无磨损，耐污染
- ✓ 使用热膨胀系数一致的材料——出色的温度补偿能力
- ✓ 全系列抗腐蚀性气体
- ✓ 0 点稳定能力出色
- ✓ 耐空气冲击——无须额外的保护阀

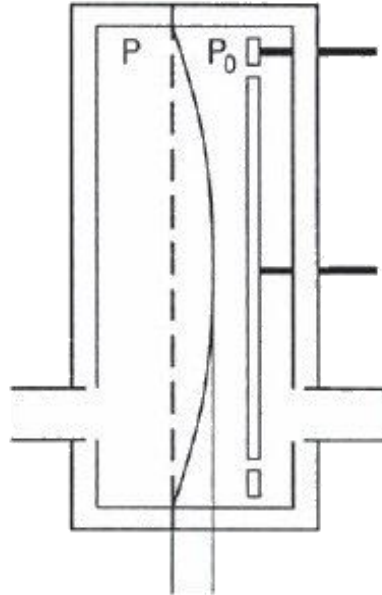


缺点:

- 精度受温度影响大
- 测量范围有限

Pfeiffer 电容薄膜真空计结构示意图如下图 8:

图 8



CMR 系列产品外观如图 9:

图 9







### 三、皮拉尼 (Pirani)真空计

Pfeiffer 皮拉尼真空计系列，主要技术参数指标如下表：

技术指标	PPT 100	TPR 280, 80°C	TPR 280, 250°C	TPR 281, 80°C	TPR 281, 250°C
接口	DN 16 KF/CF	DN 16 KF/CF	DN 16 KF/CF	DN 16 KF/CF	DN 16 KF/CF
输出信号	RS-232/485	2.2-8.5V	2.2-8.5V	2.2-8.5V	2.2-8.5V
信号传输距离	1000 m	200 m	200 m	200 m	200 m
可烘烤温度	70°C	80°C	250°C	80°C	250°C
操作环境温度	+5-+50°C	+5-+60°C	+5-+60°C	+5-+60°C	+5-+60°C
存储环境温度	-40-+60°C	-20-+65°C	-20-+65°C	-20-+65°C	-20-+65°C
承受最大压力	4 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar
精度	±5%	±15%	±15%	±15%	±15%
精密度	±1%	±2%	±2%	±2%	±2%
量程最大值	1000 mbar	1000 mbar	1000 mbar	1000 mbar	1000 mbar
量程最小值	1E-4 mbar	5E-4 mbar	5E-4 mbar	5E-4 mbar	5E-4 mbar
供电电压	24 VDC	14-30 VDC	14-30 VDC	14-30 VDC	14-30 VDC
功率消耗	2 W	1 W	1 W	1 W	1 W
探头材料	钨+不锈钢	钨+不锈钢	钨+不锈钢	镍+不锈钢	镍+不锈钢

Pfeiffer 皮拉尼 (Pirani)真空计系列主要特点：

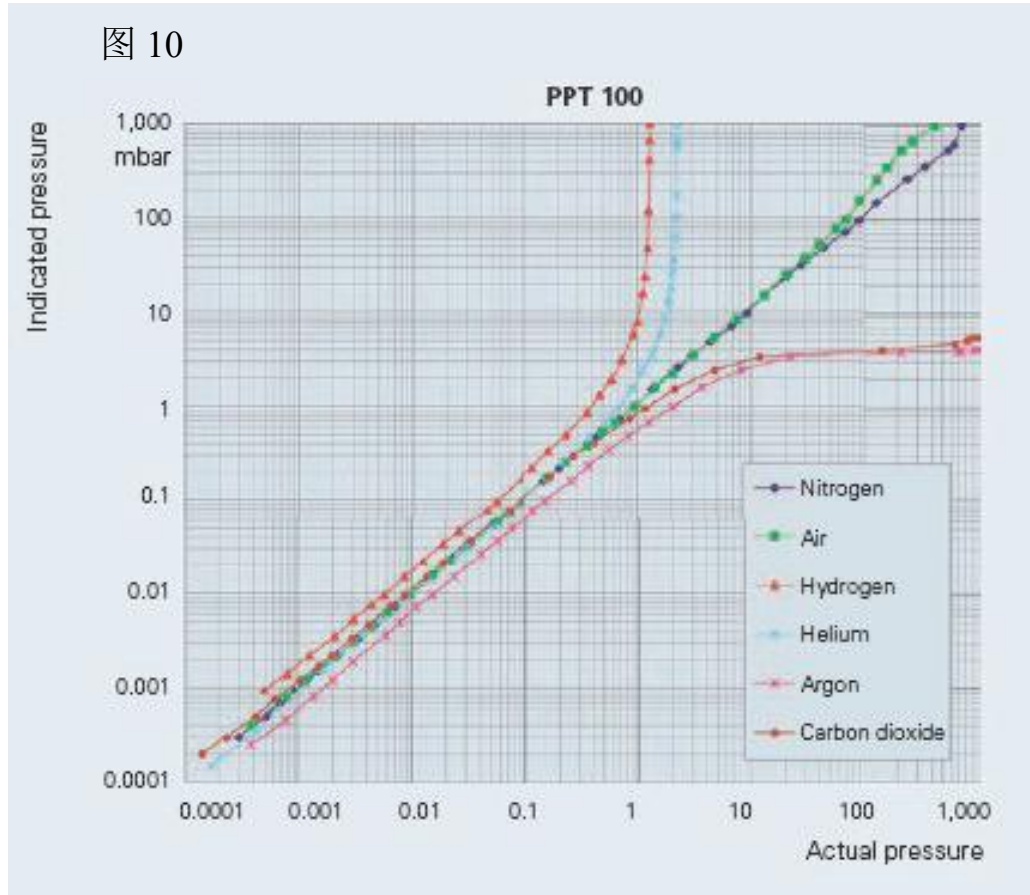
- ✓ 紧凑耐用，性价比高
- ✓ 真空检测快速稳定
- ✓ 有防腐型，有高温烘烤型

缺点：

- 不适用于有污染的环境
- 低真空测量精度差，适用于中真空度范围测量
- 精度与被测对象成分有关



PPT 100 的实测曲线如下图 10:



TPR 系列产品外观如图 11:

图 11





#### 四、冷阴极离子真空计

Pfeiffer 冷阴极离子真空计系列，主要技术参数指标如下表：

技术指标	IKR 251	IKR 261	IKR 270
接口	DN 25/40 KF/CF	DN 25/40 KF/CF	DN 40 CF
输出信号	1.8-8.5V	1.8-8.5V	1.8-8.5V
信号传输距离	500 m	500 m	500 m
可烘烤温度	150°C	250°C	250°C
操作环境温度	+5-+55°C	+5-+55°C	+5-+55°C
存储环境温度	-40-+65°C	-40-+65°C	-40-+65°C
承受最大压力	10 bar	10 bar	10 bar
精度	±30%	±30%	±30%
精密度	±5%	±5%	±5%
量程最大值	1E-2 mbar	1E-2 mbar	1E-2 mbar
量程最小值	2E-9 mbar	2E-9 mbar	5E-11 mbar
供电电压	15-30 VDC	15-30 VDC	15-30 VDC
功率消耗	2 W	2 W	2 W
探头材料	钨+不锈钢	钨+不锈钢	钨+不锈钢

Pfeiffer 冷阴极离子真空计系列主要特点：

- ✓ 结构简单，可靠耐用
- ✓ 性价比高，测量范围可到超高真空
- ✓ 耐空气冲击
- ✓ 全系列可防腐蚀，有高温烘烤型

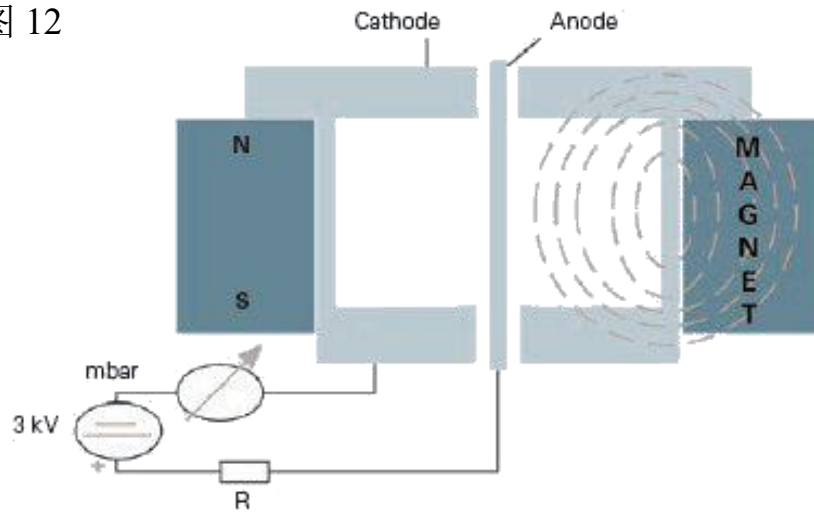
缺点：

- 易被溅镀性气体污染，甚至引起短路
- 精度与被测对象成分有关，测量结果需要修正



冷阴极离子真空计结构示意图如下图 12:

图 12



IKR 系列产品外观如图 13:

图 13





## 五、 热阴极离子真空计

Pfeiffer 热阴极离子真空计系列，主要技术参数指标如下表：

技术指标	IMR 265	PBR 260
接口	DN 16/40 KF/CF	DN 25/40 KF/CF
输出信号	1.5-9.75V	0.774-10.0V
信号传输距离	100 m	100 m
可烘烤温度	150℃	150℃
操作环境温度	0-+50℃	0-+50℃
存储环境温度	-20-+70℃	-20-+70℃
承受最大压力	5 bar	2 bar
精度	-	15%
精密度	2%	5%
量程最大值	1000 mbar	1000 mbar
量程最小值	2E-6 mbar	5E-10 mbar
供电电压	20-30 VDC	20-28 VDC
功率消耗	16 W	16 W
探头材料	铜钨+铂铱钇钼+不锈钢	铜钨+镍铬铱钇钼+不锈钢

Pfeiffer 热阴极离子真空计系列主要特点：

- ✓ 精度和精密度高
- ✓ 测量范围宽
- ✓ 探头自动保护
- ✓ 全系列可防腐蚀

缺点：

- 精度与被测对象成分有关，测量结果需要修正
- 灯丝易被污染



## 六、 复合真空计

复合真空计就是一个真空计壳子里，装了两种或两种以上原理不同的探头，达到增强功能的作用。比如拓宽测量范围，比如提高测量精度，比如用一种探头来保护另一种高精度的探头等等。两个探头共用同一个真空接口和同一个信号接口，方便使用安装。

Pfeiffer 的热阴极离子真空计系列就是复合真空计，是将皮拉尼 (Pirani) 和热阴极离子真空计复合到一起，让皮拉尼真空计来控制热阴极离子真空计灯丝的点亮，以保护热阴极离子真空计的灯丝，详细介绍可参考热阴极离子真空计部分。

Pfeiffer 还有皮拉尼 (Pirani) 电容复合真空计 PCR 260，作用就是用电容真空计在低真空范围的测量精度弥补皮拉尼真空计的不足。皮拉尼 (Pirani) 冷阴极复合真空计 PKR 251/261，主要是为了拓宽测量范围。这几种真空计的主要技术参数指标如下表：

技术指标	PCR 260	PKR 251	PKR 261
接口	DN 16 KF/CF	DN 25/40 KF/CF	DN 25/40 KF/CF
输出信号	2.2-8.68V	1.8-8.6V	1.8-8.6V
信号传输距离	200 m	300 m	300 m
可烘烤温度	80°C	150°C	150°C
操作环境温度	+10-+50°C	+5-+55°C	+5-+55°C
存储环境温度	-20-+65°C	-40-+65°C	-40-+65°C
承受最大压力	5 bar	10 bar	10 bar
精度	±15%	±30%	±30%
精密度	±2%	±5%	±5%
量程最大值	1500 mbar	1000 mbar	1000 mbar
量程最小值	5E-4 mbar	5E-9 mbar	5E-9 mbar
供电电压	15-30 VDC	15-30 VDC	15-30 VDC
功率消耗	2.5 W	2 W	2 W
探头材料	钨+不锈钢	钨钼+不锈钢	钨钼+不锈钢



七、 Pfeiffer 真空计全系列列表:

	Measurement Range		
		max. (mbar)	min. (mbar)
● Recommended ▲ Possible			
<b>Transmitters / Measurement Gauges</b>			
<b>DigiLine™</b>			
Digital piezo transmitter	CPT 100	2,000	1
Digital Pirani transmitter	PPT 100	1,000	$1 \cdot 10^{-4}$
Digital piezo/Pirani transmitter	RPT 100	1,200	$1 \cdot 10^{-4}$
Digital Pirani/cold cathode transmitter	MPT 100	1,000	$5 \cdot 10^{-9}$
Digital Pirani/Bayard-Alpert transmitter	HPT 100	1,000	$1 \cdot 10^{-9}$
<b>ActiveLine</b>			
Active piezo transmitter	APR 250	1,100	$1 \cdot 10^{-1}$
	APR 260	1,100	$1 \cdot 10^{-1}$
	APR 262	2,200	$2 \cdot 10^{-1}$
	APR 265	5,500	0,5
	APR 266	11,000	1
	APR 267	55,000	5
Active capacitive transmitter Temperature compensated	CMR 361	1,100	$1 \cdot 10^{-1}$
	CMR 362	110	$1 \cdot 10^{-2}$
Temperature regulated	CMR 363	11	$1 \cdot 10^{-3}$
	CMR 364	1.1	$1 \cdot 10^{-4}$
	CMR 365	0.11	$1 \cdot 10^{-5}$
	CMR 271	1,100	$1 \cdot 10^{-1}$
	CMR 272	110	$1 \cdot 10^{-2}$
Active Pirani transmitter	CMR 273	11	$1 \cdot 10^{-3}$
	CMR 274	1.1	$1 \cdot 10^{-4}$
	CMR 275	0.11	$1 \cdot 10^{-5}$
	TPR 280	1,000	$5 \cdot 10^{-4}$
	TPR 281	1,000	$5 \cdot 10^{-4}$
Active Pirani/capacitive transmitter	PCR 260	1,500	$5 \cdot 10^{-4}$
Active cold cathode transmitter	IKR 251	0.01	$2 \cdot 10^{-9}$
	IKR 261	0.01	$2 \cdot 10^{-9}$
	IKR 270	0.01	$5 \cdot 10^{-11}$
Active Pirani/cold cathode transmitter	PKR 251	1,000	$5 \cdot 10^{-9}$
	PKR 261	1,000	$5 \cdot 10^{-9}$
Active hot cathode transmitter	IMR 265	1,000	$2 \cdot 10^{-6}$
Active Pirani/Bayard-Alpert transmitter	PBR 260	1,000	$5 \cdot 10^{-10}$
<b>ModulLine</b>			
Pirani pressure gauge	TPR 010	1,000	$8 \cdot 10^{-4}$
	TPR 017	1,000	$8 \cdot 10^{-4}$
	TPR 018	1,000	$8 \cdot 10^{-4}$
Cold cathode pressure gauge	IKR 050	$5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-9}$
	IKR 060	$5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-10}$
	IKR 070	$5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-11}$