

天然气热量仪

型号 CVM400

概述

型号CVM400天然气热量仪可测量不同温度下的天然气等气体混合物的热导率，并可根据其热导率计算气体的热值。自从推出第一款智能气体色谱仪，阿自倍尔株式会社在气体分析和气体热值测量方面已有20多年的专业积累。现推出结构紧凑、重量轻、精度高、符合国际法定度量衡标准的热量仪。

特点

- (1) 装置符合OIML R 140标准。可用作天然气热量仪或热值测定装置(CVDD)。(OIML R140: 国际法定度量衡组织建议, 包括CVDD规范。)
- (2) 结构新颖, 适合多种安装场所
 - 与传统的气体热量仪不同, 型号CVM400体积小, 重量轻, 适合多种安装场所。
 - 防爆: 符合IECEX和ATEX, 适用于于1区
- (3) 革命性突破, 可持续进行测量。该装置每2秒测量一次, 可接近实时地检测过程中的热值变化。
- (4) 响应速度快 (样品流量: 50 mL/分)
 - 天然气型号: 5秒 (当热值变化超过0.7 MJ/m³时)
 - OIML型号: 30秒
 - LNG型号: 5秒

响应时间是指输出信号变更为90 %的时间。

- (5) 可自动进行校准, 维持长期稳定性。使用纯甲烷进行自动校准, 可保证长期稳定运行。
- (6) 诊断功能丰富
 - 环境温度诊断功能。利用与热传导传感器一起嵌入在同一芯片上的温度传感器, 确定操作温度是否合适。
 - 运行时间追踪功能。追踪总运行时间, 并与热量仪推荐更换周期(70000小时)进行比对。
 - 自动校准历史记录检查功能。最多显示5条最近的自动校准记录, 以检查校准系数的变化。

测量原理

型号CVM400通过分多个阶段改变热传导传感器的温度, 测量天然气在不同温度下的热导率。该热量仪使用了支持向量回归(SVR)方法, 阿自倍尔株式会社的差压变送器也应用了此方法。使用基于不同天然气温度下测到的传导率而预先创建的特性公式, 利用测到的过程热导率值计算热值。



标准规格

仪表

过程气体连接端口:	1/8 NPT(F), Rc 1/8
电气导管:	1/2 NPT(F), M20
外壳结构:	IEC IP66
防爆结构: ATEX:	II 2G Ex db II B T6 Gb; II 2D Ex tb IIIC T80 °C Db
IECEX:	Ex db IIB T6 Gb, Ex tb IIIC T80 °C Db
KCs:	Ex d IIB T6
NEPSI:	Ex db IIB T6 Gb; Ex tb IIIC T80 °C Db
JPEX:	Ex db IIB T6 Gb; Ex tb IIIC T80 °C Db
(TIIS:	Ex d IIB T6 X)
显示器:	LCD
自动校准设置显示:	设置时●和○交替亮起。
校准系数显示:	若校准失败, 将显示标志
通信:	HART协议版本7.0 (带CommStaff和HART 475通信装置)
电源:	24 Vdc ± 10 %, 最大0.3 A (启动时的浪涌电流)
输出:	模拟输出: 4–20 mAdc
触点输出:	24 Vdc ± 10 %, 最大50 mA (晶体管触点, 用于状态。); 24 Vdc ± 10 %, 最大1 A (晶体管触点, 用于校准。)
喷漆:	丙烯酸树脂烘漆
颜色:	外壳: 浅米色 前盖: 深米色 端子盖: 深米色

材料		过程气体规格:	
外壳材质:		温度:	-10至+50 °C
外壳:	铝合金(ADC 12)	压力:	最大110 kPa (abs) (型号CVM400过程连接进气口处)
前盖:	铝合金(ADC 12)	流量:	50 ±10 mL/分
端子盖:	铝合金(ADC 12)	灰尘:	直径小于1 μm, 最大1 mg/m ³
观察窗:	钢化玻璃	水汽:	-20 °C时无水汽
外盖O形圈:	丁腈橡胶	湿度:	露点温度最大-20 °C
接液部件材质:		校准条件:	
歧管:	304不锈钢	校准:	自动/手动
适配器:	304不锈钢	校准用气:	纯甲烷 (最低99.995纯度)
μTCD传感器:	铂、玻璃、金、可伐合金、硅	安装条件:	
O形圈:	氟橡胶	环境温度:	-10至+50 °C
		环境湿度:	最大95 % RH
		重量:	2.5 kg

表1. 构成成分浓度的允许范围/单位: mol%

气体类型	气体构成	天然气						LNG					
		代码A 天然气	代码F OIML R140	代码Q天然气 (甲烷数)	代码L 天然气 (G气体)	代码M 天然气 (B气体)	代码N 生物气体	代码G LNG	代码H LNG 13A C3热值调节后气体	代码J LNG 13A	代码K LNG 13A C4热值调节后气体	代码R LNG (甲烷数)	代码S 船用LNG
CH ₄ (C1)	甲烷	80 - 100	82 - 100	80 - 100	65 - 85	77 - 100	40 - 100	85 - 100	86 - 93	86 - 100	86 - 93	82 - 100	80 - 100
C ₂ H ₆ (C2)	乙烷	0 - 11	0 - 11	0 - 11	0 - 11	0 - 4	0	0 - 9 *9 - 14	0 - 7	0 - 7	2 - 6	0 - 15	0 - 16
C ₃ H ₈ (C3)	丙烷	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 3.5	0 - 1	0	0 - 4	0 - 8	0 - 9	0 - 4	0 - 3	0 - 9
C ₄ +(C4)	丁烷 +更高 链烷烃	0 - 2	0 - 1.2	0 - 2	0 - 1.2	0 - 0.5	0	0 - 2	0 - 2	0 - 2	2 - 5	0 - 2 *0 - 1.5	0 - 3
N ₂	氮气	0 - 7	0 - 7	0 - 5	10 - 20	0 - 15	0 - 60	0 - 1	0 - 0.2	0 - 1	0 - 0.2	0 - 10	0 - 16
CO ₂	二氧化碳	0 - 2	0 - 1.8	0 - 1.2	0 - 1.8	1 - 2.5	0 - 60	0	0	0	0	0	0
条件		C1>C2≥C3≥C4 (C3≤0.4×C2, C4≤0.6×C3)			.C2≥C3 .C2≥C4	.C1>C2≥C3≥C4	*特殊 型号	• C1>C2≥C3≥C4 • 0.7×C2≥C3≥ 0.2×C2和 0.7×C3≥C4 • C1<95→ N2: 0 - 0.2	C1>C2≥C4	C1>C2≥C4		•C1>C2≥C3≥C4 •C5+<0.03 *对于输出单位的代 码M, C2≠0, C3≠0 *对于输出单位的代 码N, C4+: 0 - 1.5	

表2. 性能/单位: 读数%。代码Q、R: 绝对误差

性能	气体类型	天然气						LNG					
		代码A 天然气	代码F OIML R140	代码Q 天然气 (甲烷数)	代码L 天然气 (G气体)	代码M 天然气 (B气体)	代码N 生物气体	代码G LNG	代码H LNG 13A C3热值调节后气体	代码J LNG 13A	代码K LNG 13A C4热值调节后气体	代码R LNG (甲烷数)	代码S 船用LNG
精度 (读数)	*1	±1.5%	±1%	±3	±2.0%	±1.5%	±2.0%	±1%	±1%	±1.2%	±1%	±2	±1%
重复性	*2	±0.2%	±0.2%	±0.3	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.3	±0.2%
变量*2	环境温度	*3	±0.2%	±0.3%	±0.5	±0.3%	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.5	±0.2%
	大气压力	*4	±0.2%	±0.2%	±0.5	±0.3%	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.5	±0.3%
	样品气体 流量	*5	±0.2%	±0.2%	±0.5	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.5	±0.2%

*1: 精度= (正确度) + (重复性)

- 正确度是指测量结果与真实值的接近程度。
- 真实值是按以下方法计算的。

热值(SCV,ICV,WI): 根据ISO6976:1998, 按构成气体计算。

甲烷数(MN): 根据CEN EN 16726标准或CARB/GRI方法, 使用Azbil制作的软件按构成气体计算。

CARB/GRI方法

甲烷数 = 1.624 x (- 406.14 + 508.04 x RHCR - 173.55* x RHCR² + 20.17 x RHCR³) - 119.1

$$RHCR = \frac{(CH_4 \times 4 + C_2H_6 \times 6 + C_3H_8 \times 8 + (i - C_4H_{10} + n - C_4H_{10}) \times 10 + (i - C_5H_{12} + n - C_5H_{12}) \times 12 + (C_6H_{14} \text{或更高} \times 14))}{(CH_4 \times 1 + C_2H_6 \times 2 + C_3H_8 \times 3 + (i - C_4H_{10} + n - C_4H_{10}) \times 4 + (i - C_5H_{12} + n - C_5H_{12}) \times 5 + (C_6H_{14} \text{或更高} \times 6))}$$

*2: 重复性=σ*2√2。σ: 测量值的标准偏差。

*3: 在-10至+50 °C范围内, 环境温度每变化30 °C时的影响。

*4: 在983至1043 hPa的范围内, 静压每变化30 hPa时的影响。

*5: 在40至60 mL/min的范围内, 取样气体流量每变化10 mL/min时的影响。

*6: 这些性能是PV调整前的性能。

表3. 输出范围(LRV-URV)/单位: MJ/m³*代码Q、R: 无单位)

气体热值计算参数		输出单位		气体类型		天然气				
				代码A 天然气	代码F OIML R140	代码Q 天然气 (甲烷数)	代码L 天然气 (G气体)	代码M 天然气 (B气体)	代码N 生物气体	
1	15 °C/15 °C	1	SCV(MJ/m ³)	35-45	35-45		25-41	30-42	14-40	
		4	WI_Hs(MJ/m ³)	44-54			36-52	38-52		
		7	ICV(MJ/m ³)	31-41						
4	20 °C/20 °C	A	WI_Hi(MJ/m ³)	40-50						
		D	SCV(MJ/kg)							
6	25 °C/20 °C	F	ICV(MJ/kg)							
2	0 °C/ 0 °C	1	SCV(MJ/m ³)	37-47					14-40	
		4	WI_Hs(MJ/m ³)	48-58						
		7	ICV(MJ/m ³)	33-43						
3	25 °C/0 °C	A	WI_Hi(MJ/m ³)	43-53						
		D	SCV(MJ/kg)							
5	15 °C/ 0 °C	F	ICV(MJ/kg)							
X	未指定	M	MN(CEN) --			60-110				
		N	MN(CARB/ GRI) --			60-110				

气体热值计算参数		输出单位		气体类型		LNG				
				代码G LNG	代码H LNG 13A C3热值调节后 气体	代码J LNG 13A	代码K LNG 13A C4热值调节后 气体	代码R LNG (甲烷数)	代码S 船用LNG	
1	15 °C/15 °C	1	SCV(MJ/m ³)	37-47	37-47	37-47	37-47			
		4	WI_Hs(MJ/m ³)	48-58	48-58	48-58	48-58			
		7	ICV(MJ/m ³)	33-43	33-43	33-43	33-43			
4	20 °C/20 °C	A	WI_Hi(MJ/m ³)	43-53	43-53	43-53	43-53			
		D	SCV(MJ/kg)						41-56	
6	25 °C/20 °C	F	ICV(MJ/kg)						37-51	
2	0 °C/ 0 °C	1	SCV(MJ/m ³)	39-49	39-49	39-49	39-49			
		4	WI_Hs(MJ/m ³)	50-60	50-60	50-60	50-60			
		7	ICV(MJ/m ³)	35-45	35-45	35-45	35-45			
3	25 °C/0 °C	A	WI_Hi(MJ/m ³)	45-55	45-55	45-55	45-55			
		D	SCV(MJ/kg)						41-56	
5	15 °C/ 0 °C	F	ICV(MJ/kg)						37-51	
X	未指定	M	MN(CEN) --					60-110		
		N	MN(CARB/ GRI) --					60-110		

SCV: 高位热值: MJ/m³, MJ/kg

WI_Hs: 沃泊指数 (SCV/√相对密度) MJ/m³

ICV: 低位热值: MJ/m³, MJ/kg

WI_Hi: 沃泊指数 (ICV/√相对密度) : MJ/m³

MN(CEN): 甲烷数, 根据欧洲委员会标准"EN 16726".

MN(CARB/GRI): 甲烷数, 根据CARB/GRI方法.

产品操作注意事项

安装注意事项

警告	
!	安装时，应使用合适的管件和紧固扭矩进行过程和排放连接。气体泄漏非常危险，因为过程气体和校准用气体均为易燃气体。请参阅本手册中的泄漏检查指导并确定没有气体泄漏。
⊘	必须在额定压力、指定连接标准和额定温度条件下使用此产品。在其他条件下使用可能会导致仪表损坏，引起严重事故。
!	对于防爆区域内的配线工作，请遵循防爆指南中规定的操作方法。
!	过程气体和校准用气体（纯甲烷）均为易燃气体，如果与空气混合并点燃，可能会爆炸。为安全起见，在开始作业前请进行以下操作。 使用气体探测器，确保在作业区域、仪器或周围空气中检测不到易燃气体。我们建议在作业期间持续使用气体探测器。

注意	
⊘	安装完成后，请勿踩踏或站在此装置上。这样可能会造成装置损坏或人员伤害。
!	用工具撞击显示器玻璃可能会导致损坏或伤害。请注意。
!	请正确安装装置。不正确或不完整的安装将导致结果错误和违反法规。
!	此产品非常重。作业时请穿安全靴以保护脚部。
⊘	请勿使产品受到冲击或震荡。
!	装置的出口应与内径足够大的通风管相连，以免受到背压的影响。应在不受风、雨或雪影响的场所排放到空气中。天然气和甲烷直接从通风口排出，因此通风口应位于不会对人造成危害的地方。 用干净的惰性气体吹扫通风管内部时，为保护装置，不要将气体吹入模型装置中。

配线注意事项

警告	
⊘	请勿湿手或在产品通电的情况下进行配线工作。这样会有触电危险。作业时请保持手部干燥或佩戴手套，并关闭电源。

注意	
!	配线时请仔细检查规格，确保正确配线。错误的配线可能会导致装置损坏或故障。
!	按照规格正确供电。不按规格供电可能会导致装置损坏。
!	使用带有过载保护的DC电源。
⊘	切勿在装置处于开启状态或在危险区域中时打开外壳盖。
!	小心操作装置。腐蚀可能会导致装置失去防爆性能。
!	除非锁定外壳，否则不能保证防爆性能。务必完全拧紧外壳盖并将其锁定。

维护注意事项

警告	
!	因维护需要而移动装置时，请小心剩余压力或剩余过程气体。过程气体泄漏非常危险。
!	处理排气孔时，请检查其方向，确保人员不会接触到排出的气体。否则会有烧伤危险或其他身体伤害。
⊘	装置在防爆区域中使用时，请勿打开外盖。打开外盖可能会导致爆炸。

注意	
⊘	本产品在本公司严格的产品管理下出厂，不得试图改装本产品。否则可能会损坏装置。

使用通信装置的注意事项

在此装置附近使用收发器、移动电话、PHS电话或寻呼机时，请遵守以下注意事项。否则受传输频率影响，装置可能无法正常工作。请提前确定通信装置不会影响设备运行的最小距离，并在大于此距离的区域操作通信装置。
确保在使用通信装置前，此装置变送器部分的外盖已关闭。

通信注意事项

若因为烧损等问题变送器的输出降至3.2 mA或更低，则可能无法使用HART通信装置进行通信。请尝试关闭电源，重新进行通信。

危险区域认证

装置符合以下标准的保护类型。

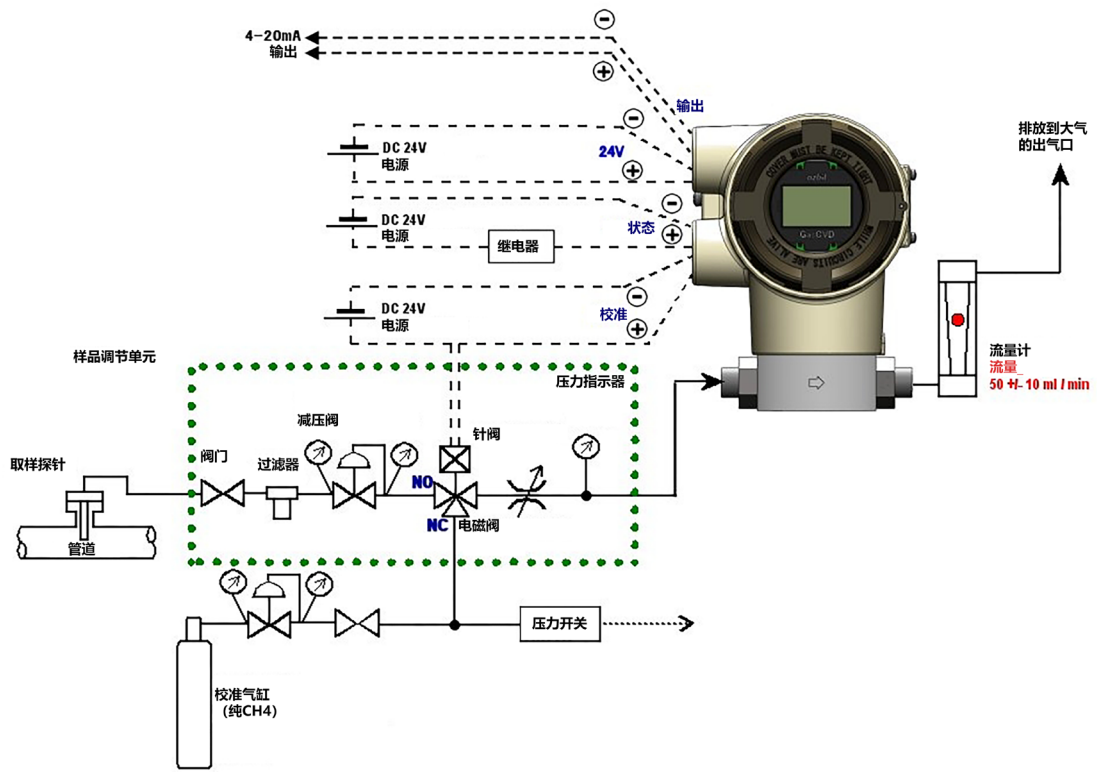


图1. 推荐安装示例

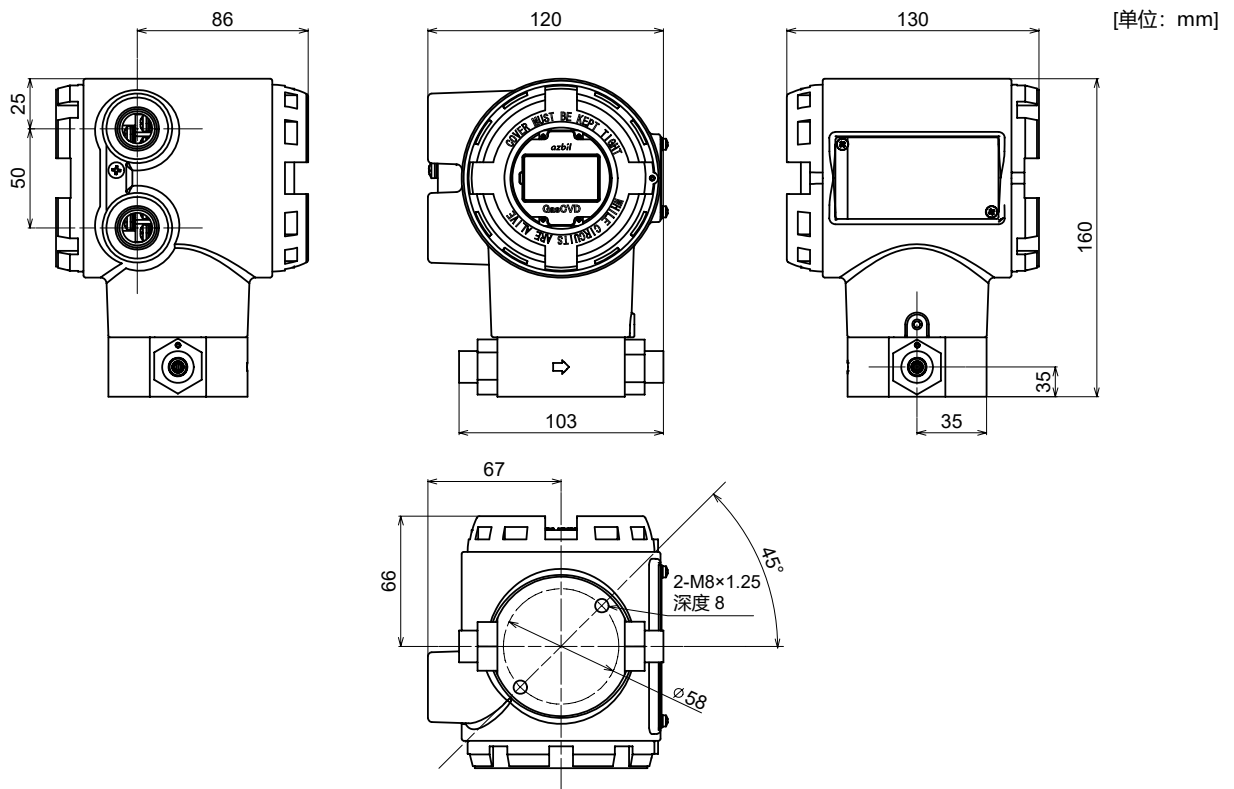
型号表

CVM400		-																		
过程连接	1/8 NPT (F)	1																X	无	
	Rc 1/8	3																1	试验报告	
电气导管连接	1/8 NPT (F)		1															2	可溯源性	
	M20			2														3	OIML/MID	
	G 1/2				3													4	材料	
精度	始终为"A"					A												W	贴附台湾用安全标示標籤 *15	
防爆结构	JPEX耐压*13*14*16						D													
	ATEX隔爆*9						E													
	IEC隔爆*9						G													
	KCs隔爆*9*14						K													
	NEPSI 隔爆 *9						N													
	TIIS隔爆*13*14						J													
	防水						W													
通信	HART						H													
气体类型	天然气						A													
	符合OIML R140 CVDD *1*2						F													
	LNG						G													
	LNG13A C3热值调节后气体						H													
	LNG13A						J													
	LNG 13A C4热值调节后气体						K													
	天然气 (G气体) *10 *12						L													
	天然气 (B气体) *10 *12						M													
	生物气体*11 *12						N													
	天然气 (甲烷数) *4						Q													
	LNG (甲烷数) *4						R													
	船用LNG *5						S													
指示器	无显示器																	X		
	有显示器																	A		
喷漆	标准处理																	X		
	防腐蚀处理																	B		
气体热值计算参数	15 °C/15 °C																		1	
	0 °C/0 °C																		2	
	25 °C/0 °C																		3	
	20 °C/20 °C																			4
	15 °C/0 °C																			5
	25 °C/20 °C																			6
	未指定																			X
输出单位	SCV MJ/m ³																		1	
	WI_Hs MJ/m ³																		4	
	ICV MJ/m ³																		7	
	WI_Hi MJ/m ³																		A	
	SCV MJ/kg *6																		D	
	ICV MJ/kg*6																		F	
	甲烷数(CEN) *7 *8																		M	
	甲烷数(CARB/GRI) *7 *8																		N	

注) *1: 应选择气体热值计算参数的代码1 "15 °C/15 °C"。
 *2: 应选择输出单位的代码1 "SCV MJ/m³"。
 *3: 不含气缸的认证表。
 *4: 应选择输出单位的代码M或N。
 *5: 应选择输出单位的代码D或F。
 *6: 应选择气体类型的代码S。
 *7: 应选择气体类型的代码Q或R。
 *8: 应选择气体热值计算参数的代码X。
 *9: 不能与电气导管连接的代码3组合。

*10: 应选择输出单位的代码1或4。
 *11: 应选择输出单位的代码1。
 *12: 特殊型号。
 *13: 请使用附加的防爆设备电缆接头。
 *14: 应选择指示器的代码A。
 *15: 防爆结构只能选择G。
 *16: 电气导管只能选择1。

尺寸



在订购及使用产品之际，请务必登入以下网站，浏览“关于订购与使用的承诺事项”。
<https://www.azbil.com/cn/products/factory/order.html>

azbil

阿自倍尔仪表（大连）有限公司

大连经济技术开发区东北二街18号

电话:0411-87623555

传真:0411-87623560

<https://acnp.cn.azbil.com>

上海阿自倍尔控制仪表有限公司

上海市徐汇区宜山路700号B2栋8楼

电话: 021-68732581 68732582 68732583

传真: 021-68735966

邮编: 200233

<https://sacn.cn.azbil.com>

初版: 2015年6月
第4版: 2024年8月