



中华人民共和国国家标准

GB/T 21451.6—2017

石油和液体石油产品 储罐中液位和 温度自动测量法

第6部分：带压罐（非冷冻）中的温度测量

**Petroleum and liquid petroleum products—Measurement of level and
temperature in storage tanks by automatic methods—Part 6: Measurement of
temperature in pressurized storage tanks (non-refrigerated)**

(ISO 4266-6:2002, MOD)

2017-10-14 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 措施	2
5 准确度	2
6 设备选型	4
7 设备说明	4
8 安装	5
9 校准和现场检验	6
10 数据通讯和接收	8

前 言

GB/T 21451《石油和液体石油产品 储罐中液位和温度自动测量法》分为六个部分：

- 第 1 部分：常压罐中的液位测量；
- 第 2 部分：油船舱中的液位测量；
- 第 3 部分：带压罐（非冷冻）中的液位测量；
- 第 4 部分：常压罐中的温度测量；
- 第 5 部分：油船舱中的温度测量；
- 第 6 部分：带压罐（非冷冻）中的温度测量。

本部分为 GB/T 21451 的第 6 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO 4266-6:2002《石油和液体石油产品 储罐中液位和温度自动测量法 第 6 部分：带压罐（非冷冻）中的温度测量》。

本部分与 ISO 4266-6:2002 的技术性差异及其原因如下：

- 用修改采用国际标准的 GB/T 8927 代替 ISO 4268:2000（见 9.1、9.2.2.1.1、9.3.2.1.1）作为规范性引用文件，以适应我国的技术条件。
- 删除了标准中所有不确定度值前的“±”。根据 JJF 1059.1—2002，不确定度恒为正值。
- 在 9.3.2.1.1 第一段最后一句的末尾增加“该检验方法仅在条件允许的情况下进行。”在实际检验中，不排除将感温元件移出储罐进行检验的方法。
- 将 9.4.1 第二句修改为“每套 ATT 应按照 9.2 或 9.3 的规定进行检查和检验。”ATT 不仅是单点温度计一种类型，多点 ATT 的检验方法规定于 9.3 中。

本部分做了下列编辑性修改：

- 删除了参考文献。

本部分由全国石油产品和润滑剂标准化技术委员会（SAC/TC 280）提出并归口。

本部分负责起草单位：中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院。

本部分参加起草单位：中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司、霍尼韦尔（中国）有限公司、艾默生过程控制有限公司、北京瑞赛长城航空测控技术有限公司。

本部分主要起草人：孙岩、魏进祥、陈磊、吕东风、王宏志、张劲广。

石油和液体石油产品 储罐中液位和 温度自动测量法

第 6 部分：带压罐（非冷冻）中的温度测量

1 范围

GB/T 21451 的本部分给出了带压罐中石油和液体石油产品温度测量用的自动式储罐温度计 (ATTS) 的选型、准确度、安装调试、校准和校验指南。

本部分适用于贸易交接储罐（洞罐或冷冻储罐除外）的温度测量。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 8927 石油和液体石油产品温度测量 手工法 (GB/T 8927—2008, ISO 4268:2000, MOD)
ISO 1998(所有部分) 石油工业 术语 (Petroleum industry—Terminology)

3 术语和定义

ISO 1998(所有部分)界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动式储罐温度计 automatic tank thermometer; ATT

连续测量储罐内温度的仪器。

注：ATT，也称作自动式储罐测温系统，通常包括精确的温度传感器、安装在现场用于电信号传送的变送器以及接收/数显装置。

3.2

电阻式温度传感器 resistance temperature detector; RTD

通过电阻随温度变化的原理来测量储罐内介质温度的电子感应元件。

3.3

单点 ATT single-point ATT (spot ATT)

用点温元件测量储罐内特定点位温度的 ATT。

3.4

多点 ATT multiple-point ATT

由多个（通常为 3 个以上）点温元件组成测量选定液位温度的 ATT。

注：数显设备的读数应由容器中浸没在液体里的感温元件获得，不仅可由它们计算液体的平均温度，也可显示罐内液体的温度分布。

3.5

多点平均 ATT multiple-point averaging ATT

数显设备选用浸没在液体中若干独立的点温元件来测定罐内平均温度的平均 ATT。

3.6

可变长度平均 ATT variable-length averaging ATT

由数根不同长度的感温元件组成,所有感温元件由接近罐底的位置向上延伸,其数显设备选择完全浸没的最长的感温元件测定罐内液体平均温度的平均 ATT。

3.7

温度变送器 temperature transmitter

一种为感温元件提供电源,将感温元件测量的温度转换为电或电子信号,并把此信号发送到远端数显设备的仪表。

注:可以提供现场数显,温度变送功能经常由自动液位计(ALG)的液位变送器提供。

4 措施

4.1 安全措施

当使用 ATT 设备时,应遵循国家有关安全标准、法规以及材料相容性的安全措施。此外,应遵守生产厂家对于设备安装和使用的建议以及进入危险区域的所有规定。

4.2 设备措施

4.2.1 ATT 的全部设备应能经受住运行中所遇到的压力、温度、操作和环境条件。

4.2.2 应确认 ATT 的防爆级别适合安装在指定的危险区域。

4.2.3 应进行电位测试,确保 ATT 裸露的所有金属部件与储罐具有相同的电位。

4.2.4 接触产品或产品蒸气的 ATT 部件应与油品具有化学相容性,以避免油品污染和 ATT 的腐蚀。

4.2.5 ATT 的全部设备应进行安全运行保养,使用者应遵守厂家的保养规定。

4.3 常规措施

4.3.1 在 4.3.2~4.3.6 中给出的常规措施适用于各种类型的 ATT,使用者应予遵守。

4.3.2 在测量储罐温度的同时测量液位。

4.3.3 产品温度在测量后应立即记录,除非远端的数显设备能定时自动记录温度。

4.3.4 在产品输转前后,应采取相同的方法测量储罐温度。

4.3.5 为防止未经授权的调整或干预,应对 ATT 提供安全防护措施。用于贸易交接的 ATT 应为其校准调整器提供密封条件。

4.3.6 ATT 在用于贸易等特殊服务时,其设计和安装可能需要得到国家计量机构的型式批准。在对 ATT 进行一系列的特定测试并且符合批准的安装方式后,型式批准通常才会正式发布。型式批准的检验可能包括如下内容:外观检测、性能、震动、湿度、干热、倾斜、电压波动、绝缘、电阻、电磁相容性和高电压。

5 准确度

5.1 概述

ATT 测量产品温度的准确度应与液位计量系统测量液位的准确度相协调,这样才不会严重降低标准体积计量的准确度。

5.2 固有误差

当在厂家规定的控制条件下进行校准时,ATT 的固有误差可能是其安装后温度测量不确定度的主

要分量。用于校准 ATT 的标准参比装置应溯源到相应的国家标准。

注：对固定式温度自动测量系统，感温元件和现场变送器的校准是在安装前。变送器通常不进行现场校准调整。

5.3 安装前的校准

5.3.1 概述

贸易交接用的 ATT，可按系统（见 3.1）或组件进行校准。

5.3.2 按系统校准

如果按系统对 ATT 进行校准，在覆盖 ATT 预期测温范围的至少 3 个试验温度点，ATT 数显装置的温度读数与恒温控制的参比浴或参比箱的温度一致性应在 0.25 °C 以内。

5.3.3 按组件校准

如果按组件对 ATT 进行校准：

- a) 测量电阻的等效温度与参比浴的温度在每个温度点的一致性应在 0.20 °C 以内。
- b) 用精确的电阻器或近期校准过的热校准器核查温度变送器和 ATT 数显装置。ATT 数显装置与电阻器或校准器的等效温度在每个温度点的一致性应在 0.15 °C 以内。

5.3.4 多点 ATT

每个点温元件的准确度要求取决于校准方法，见 5.3.2 或 5.3.3。

5.3.5 标准器的不确定度

标准器的不确定度不应超过 0.05 °C。

5.4 安装和运行条件造成的误差

在贸易交接中使用的 ATT，其总误差可能受到安装和运行条件变化的影响。

注 1：ATT 的准确度取决于：

- 温度感应元件的数量；
- 温度感应元件的位置。

注 2：罐内产品可能发生温度分层现象，这种分层情况随如下因素变化：

- 罐内产品的混合；
- 产品来源于多渠道；
- 罐内产品的黏度；
- 罐体的保温；
- 储罐形状（例如：过长的卧式储罐）。

注 3：由于来液变化，在 700 m³ 以上的储罐内，经常会发生温度分层。由产品高黏度引起的温度分层在带压罐中并不常见，原因是带压罐中储存的产品通常具有较低的黏度。

5.5 准确度

5.5.1 概述

安装后，ATT 测量温度的准确度将受到其固有误差（温度感应元件，变送器和数显装置）、安装方法和运行条件的影响。

5.5.2 ATT 在贸易交接中的应用

当满足如下检验允差时，ATT 系统可在贸易交接中使用。

ATT 应满足安装前的校准允差(见 5.3)。

ATT 应满足现场检验允差(见 9.2.2 和 9.3.2),其中包括安装方法和运行条件变化的影响。

如果使用远端数显装置,应满足本部分相应条款的要求(见第 10 章)。

6 设备选型

6.1 概述

RTD 使用的材料通常为铜或铂。带压罐中广泛使用的两种 ATT 元件是:

——单点 ATT(见 3.3);

——多点 ATT(见 3.4)。

提供类似性能的其他种类的 ATT 元件也可使用。

注:一般不建议使用可变长度的 ATT,因为在非圆筒形储罐内,当发生温度分层时,这种 ATT 会产生罐内产品错误的温度平均值。线性分布的感温元件要求储罐具有线性的形状。

ATT 的正确选择应基于以下准则:

- a) 准确度要求;
- b) 可能影响准确度的运行条件(如可能发生的产品温度分层);
- c) 需要测量温度的罐内最低液位;
- d) 环境条件;
- e) 储罐的个数、类型和大小;
- f) 新建或现有储罐的有效入口;
- g) 现场和远端数显、信号变送及布线的要求;
- h) 储罐形状(如不应选择可变长度平均 ATT 用于非线性储罐)。

6.2 选型说明

在贸易交接中,使用自动法测量温度的储罐可安装单点 ATT 或多点 ATT。对于非冷冻型 LPG 储罐,有时单点 ATT 就可满足需要。然而,当预计产品会发生温度分层时,应考虑使用多点 ATT。

当使用多点 ATT 时,由于带压罐多数为非圆筒形储罐,因此应使用合适的平均温度计算方法。计算罐内产品平均温度应根据储罐形状对每个感温元件的温度值进行加权平均。

注:压力储罐通常用于储存温度分层不明显的低黏度产品。因此,测量单点温度可能就具备了足够的代表性。

7 设备说明

7.1 引言

大多数地面以上的液体储罐,都装备了至少一个安装在固定温度套管内可现场直接读数的温度计。这种现场温度计不应作为 ATT 的组件,并且不应将其用于贸易交接中的温度测定。

7.2 感温元件

7.2.1 电阻式感温元件

自动测温中通常使用的温度测量设备按照金属(例如:铜或铂)电阻随温度变化的原理工作。

铜或铂的电阻感温元件(RTD)通常用于贸易交接中的温度测定,原因是它们具有很高的准确度和稳定性。RTD 的电阻通过韦斯通桥式电路或其他合适的电子部件来测量。RTD 可以是缠绕在非导体支撑芯上的电阻线,也可以是薄膜类型或其他类型。该元件应特别密封在一个壳体内。感温元件通常

装在一个温度套管内。感温元件温度感应部分的长度不应超过 100 mm。

7.2.2 其他感温元件

其他种类的感温元件(热电偶、热敏电阻、半导体、光纤等)也可以使用,但应经过校准并满足本部分给出的校准允差,否则它们的准确度不适用于贸易交接。

8 安装

8.1 概述

ATT 的感温元件应安装在储罐内与进出管口相对的位置,以减少液体扰动对元件安装的影响。在可能的情况下,应将它们安装在储罐的背阴一侧并可触及的位置。

8.2 单点感温元件

单点感温元件一般安装在一根穿过罐壁经过压力密封的温度套管内,感温元件深入罐内至少 1 m,以减少来自温度套管的传热影响。此外应将其安装在罐底之上高度至少 1 m 的位置。

另一个测量罐内蒸气温度的感温元件应安装在储罐最大填液高度以上。

注:使用蒸气感温元件测量蒸气温度的目的之一是计算气液转换量或蒸气质量。

8.3 多点感温元件

多点感温元件通常按等间隔(约 3 m)安装在压力密封的温度套管内。用于计算储罐平均温度的最低元件通常位于罐底以上大约 1 m 的位置。当储罐在低于 1 m 的液位运行时,可在低于实际液位的位置放置附加感温元件,但仅用于这种情况。感温元件在液面以上时也能测量蒸气温度。

对于带压罐,可把感温元件安装在插入罐壁的温度套管内。通常测量的是所有点的温度,而且全部发送到集成于 ALG 系统具有计算能力的中心温度数显装置。温度数显装置应只将浸没元件的测量温度进行平均。对于非圆筒形储罐,平均算法应能算出与储罐形状相对应的加权平均值。此外,该装置还可传送浸没元件的测量温度,从而提供温度的垂向分布。

8.4 可移动点温元件

连接到伺服式液位计浮子上的点温元件经动力驱动在液体中升降,通过停留在多个合适的位置,测量罐内产品的平均温度。在每个位置上应提供足够的时间,确保点温元件与周围液体达到温度平衡。为计算产品的平均温度,平均算法应将储罐的非线性几何形状考虑在内。

注:连接在 ALG 浮子上的可移动点温元件不能进行连续测温。

8.5 其他方法

为满足本部分给出的罐内产品平均温度的测量要求,也可使用其他测量方法。

8.6 电子感温元件的温度套管

固定式感温元件的温度套管应插入罐壁至少 1 m,以降低由罐内液体和大气之间的温差所引起的误差。套管材质应与液体具有相容性,并按规定压力进行设计。

温度套管应放置在距储罐进出口尽可能远的位置处。

8.7 检验用温度套管

储罐加压后,一般不能对安装好的多点 ATT 进行检验,然而可通过使用在 ATT 套管附近安装的

独立温度套管来实现对多点 ATT 的检验。当用便携式电子温度计对 ATT 的测量准确度进行手工检验时,可使用这种独立温度套管。

注:为满足安全要求,通常禁止在带压罐中安装独立温度套管,因而此类套管往往不会得到使用。

9 校准和现场检验

9.1 引言

当测量温度用于贸易交接时,ATT(包括感温元件、变送器和数显装置)应满足本部分规定的校准允差,其标准器应溯源到相应的国家标准。

注 1:对固定式温度自动测量系统,感温元件和现场变送器的校准是在安装前。变送器通常不进行现场校准调整。

注 2:通过下述方法可检验 ATT 的校准充分性及安装后的准确度(包括感温元件、变送器和本地/远端数显装置)。

当采用手工温度测量法检查或校准 ATT 时,手工温度测量应按照 GB/T 8927 进行。用新校准过的便携式电子温度计作为现场标准器,其不确定度不应超过 0.1 °C。

9.2 单点 ATT 的校准

9.2.1 安装前的校准

安装前,ATT 应在可控条件下(即工厂或实验室)用下述两种方法中的一种进行校准。用于校准 ATT 的标准器应溯源到相应的国家标准。

- a) ATT(包括温度传感器,温度变送器/转换器及数显装置)作为一个整体可采用恒温水浴,在覆盖测温范围的三个或更多的温度进行校准。水浴温度应采用标准温度计进行测量(准确度要求见 5.3.2)。
- b) 另外一种替代方法是单独校准 ATT 的组件。测量水浴内感温元件的电阻。使用精确的电阻器或热校准器(近期按照可溯源的国家标准进行过校准)模拟温度输入到 ATT 的温度变送器和数显装置(准确度要求见 5.3.3)。

9.2.2 初始现场检验

9.2.2.1 按组件检验

9.2.2.1.1 感温元件

除非可以使用独立的温度套管(见 8.7),否则安装在储罐内的单点感温元件一般不能再进行检验。因此,实际做法通常是储罐在每次减压后进行检验,即储罐停止工作或将单点 ATT 移动到储罐外进行检验。当在储罐外进行检验时,应按 9.2.1 给出的步骤进行。

在装液减压罐内(如储罐静压测试期间)检验 ATT 的感温元件时,应按以下步骤进行。

使用近期校准过的便携式电子温度计按照 GB/T 8927 检验感温元件的测量数据。将温度计的测温探头投放到 ATT 感温元件所安置的深度,上下(在大约 300 mm 的范围内)移动温度计的测温探头,直到测量温度稳定。由 ATT 感温元件测量的温度与便携式电子温度计测量的温度相差应在 0.4 °C 以内。

9.2.2.1.2 温度变送器

使用温度校准器(如精确的电阻器或热校准器)代替感温元件,模拟输入覆盖储罐运行范围的 3 个或更多的温度来检验 ATT。ATT 数显装置与电阻器等效温度相比,在每个温度点相差应在 0.25 °C 以内。

9.2.2.2 按系统检验

当储罐减压或使用独立的温度套管时,可按以下步骤进行检验。

作为将感温元件和变送器分开检验的替代方法,可使用近期校准过的便携式电子温度计对 ATT 进行整体检验。由于难以将温度计的测温探头定位到离感温元件很近的位置,而且两者之间可能存在轻微的水平温度梯度,因此两个温度计的测量数据可能不会完全一致。通常,对于常温储罐,如果便携式电子温度计的测温探头可放在离固定式感温元件 1 m 以内的位置,则使用便携式电子温度计进行检验是可以接受的。

ATT(感温元件,温度变送器/转换器和数显装置)读出的温度与便携式电子温度计测量的温度相比,两者相差应在 0.5 °C 以内。

9.3 上中下或多点 ATT 的校准

9.3.1 安装前的校准

按 9.2.1 规定的单点 ATT 的校准步骤检查 ATT 的每个感温元件,准确度要求见 5.3.4。

9.3.2 初始现场检验

9.3.2.1 按组件检验

9.3.2.1.1 感温元件

除非可以使用独立的温度套管(见 8.7),否则安装在储罐内的多点感温元件一般不能再进行检验。因此,实际做法通常是储罐在每次减压后进行检验,即在储罐停止工作期间。将多点感温元件移出储罐进行检验通常不切实际,并且可能会损坏感温元件的连接,该检验方法仅在条件允许的情况下进行。

当在减压储罐或独立的温度套管内对多点 ATT 进行检验时,应按以下步骤进行。

使用近期校准过的便携式电子温度计按照 GB/T 8927 检验感温元件的测量数据。将温度计的测温探头投放到 ATT 感温元件所安置的深度,上下(在大约 300 mm 的范围内)移动温度计的测温探头,直到测量温度稳定。多点 ATT 每个感温元件测量的温度与便携式电子温度计测量的温度相差应在 0.4 °C 以内。

9.3.2.1.2 温度变送器

使用温度校准器(如精确的电阻器或热校准器)代替感温元件,模拟输入覆盖储罐运行范围的 3 个或更多的温度来检验 ATT。对于每个感温元件,ATT 的数显装置与电阻器的等效温度相比,在每个温度点相差应在 0.25 °C 以内。

9.3.2.2 按系统检验

当储罐减压或使用独立的温度套管时,可按以下步骤进行检验。

作为将感温元件和变送器分开检验的替代方法,可使用近期校准过的便携式电子温度计对 ATT 进行整体检验。在覆盖整个液位的范围内,按均匀间隔或每 500 mm~600 mm 采集温度读数。在每个测量位置,上下(在大约 300 mm 的范围内)移动温度计的测温探头,直到温度稳定。由便携式电子温度计手工测量的平均温度就是各测量点温度读数的平均值。由 ATT 读出的平均温度是浸没在液体中的所有感温元件的平均温度。ATT 系统读出的平均温度与便携式电子温度计读出的平均温度相比,两者相差应在 0.5 °C 以内。(如有必要,需考虑各点温度所占权重)。

注:多点自动储罐测温系统既可提供单点温度,也可提供储罐平均温度。

9.4 后期检验

9.4.1 概述

应按照产品说明书的要求检查 ATT 所有必要的安装组件。每套 ATT 应按照 9.2 或 9.3 的规定进行检查和检验。

9.4.2 检验周期

贸易交接用的 ATT 应进行定期检验。作为最低要求,储罐每次停用时,应对 ATT 进行检查和检验。

9.4.3 记录保存

对于贸易交接用的 ATT,应保存初始校准和定期检验的全部记录。

10 数据通讯和接收

本章给出了温度变送器和接收器之间相互通讯的规格要求。

当整个系统(包括远端数显装置)符合本部分规定的校准允差时,ATT 的远端数显装置就可用于贸易交接。

注 1: 现代储罐计量设备通常在远端数显设备上提供了显示和/或记录液位和温度的功能。数显设备通过对选定的、完全浸没的点温元件进行平均,可以确定产品的平均温度。

注 2: 数显设备可编程实现高温或低温报警,也可通过它查阅储罐容积表,并采用相应的产品膨胀系数计算罐内产品的标准体积。

ATT 的设计和安装应保证数据的发送和接收满足如下要求:

- 不严重损害测量准确度,即由远端接收单元所显示的温度和罐端温度变送器显示(或测量)的温度之差不超过 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - 不损失测量输出信号的分辨率;
 - 对测量数据提供加密保护,确保数据的完整可靠;
 - 提供足够的速度,满足接收单元所需要的更新时间;
 - 不受电磁影响。
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
石油和液体石油产品 储罐中液位和
温度自动测量法
第 6 部分：带压罐（非冷冻）中的温度测量
GB/T 21451.6—2017

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室：(010)68533533 发行中心：(010)51780238

读者服务部：(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 20 千字
2017 年 10 月第一版 2017 年 10 月第一次印刷

*

书号：155066·1-56710 定价 18.00 元



GB/T 21451.6—2017