

基于无线技术的本质安全型防爆设备的技术要求

梅特勒-托利多测量技术(常州)有限公司 陈兰陵

【摘要】 称重仪表经常应用于工业场合，这些应用场合通常环境恶劣，例如极高极低的温度或者湿度，还有一些场合充斥着易燃易爆的气体或粉尘，一旦出现点燃源，很容易发生爆炸。配置无线通信模块的称重仪表，如果要应用于该类场合，须在设计过程，更多考虑可靠性和鲁棒性的提高。另外，Wi-Fi 模块能耗较高，电流较大，对于防爆指标来说，绝对是一个挑战，因此，加载了无线模块之后，防爆电源的设计是重中之重。

【关键词】 Wi-Fi；防爆电源；鲁棒性

引言

无线通信技术已经被广泛应用。从环境良好的商用领域逐渐渗透到条件恶劣的工业领域。无线传输方式应用于工业领域，其优势在于，安装便捷，可以极大地降低安装成本，持续降低维护成本，还可减少有线方式下接插件频繁使用引发的硬件故障，可自由移动，不受地域环境等因素限制，快速投入运行。同时，无线方式应用于工业环境，也存在一些挑战，如极高极低的温度、湿度，以及易爆的应用场合等等。针对工业环境的特点，克服应用环境的恶劣，无线技术将会在更广阔的领域大放异彩。

很多任务场合，在生产的过程当中会产生一些易燃易爆物质。同时大量仪表的使用，各种摩擦的火花，机械磨损的火花，静电火花，高温，尤其是仪表、电气发生故障时，为爆炸提供了点燃源。在这些容易发生爆炸的区域，使用的称重仪表设备等等，需要满足防爆要求。不同的应用场合，需要采用不同类型、不同等级的防爆设备。配置了无线 Wi-Fi 技术的仪表，在应用到此类场合时，在防爆性能方面，尤其值得注意。Wi-Fi 设备相对来说，功耗大，表面温度较高。这对防爆设计带来了较大的挑战。

配置了无线 Wi-Fi 通信接口的应用防爆领域的称重仪表现已开发完成（本公司独立开发）已经取得 IECEx，ATEX，以及 FM 防爆认证，见表 1。

一、基于无线 WiFi 技术的应用

随着技术的发展，称重指示器经不再是简单的重量数据衡量。更多的是作为网络的组成部分，除了称重测量之外，数据通信、控制已经成为不可或缺的功能。称重设备需要获取指令，上传下载数据，并且在不同状态下输出控制信号。

表 1 已获取防爆认证

阶段性成果	认证描述
取得 IECEx 和 NEPSI 认证	 Zone 1 and Zone 2  Zone 1 and Zone 2
取得 ATEX 认证	 Zone 1 and Zone 2
取得 FM 认证	 Zone 1

在易于发生爆炸的区域搭建这样的数据测量、通信及控制系统的话，需要采用具有防爆认证的设备，包括计算机、掌上电脑、称重指示器电源，以及连接这些设备的线缆，开关等等。一般来说，防爆设备的价格较为昂贵，如果把这一整套的设备都放置在危险区域的话，那组建这套系统的花费巨大。如图 1 是较为理想的方案。把关键的称重测量设备放置在危险区域，而计算机或者掌上电脑等的外围设备可放置在安全区域。在这种应用方案下，采用无线通信技术，则是非常便捷，快速，低成本的设计。

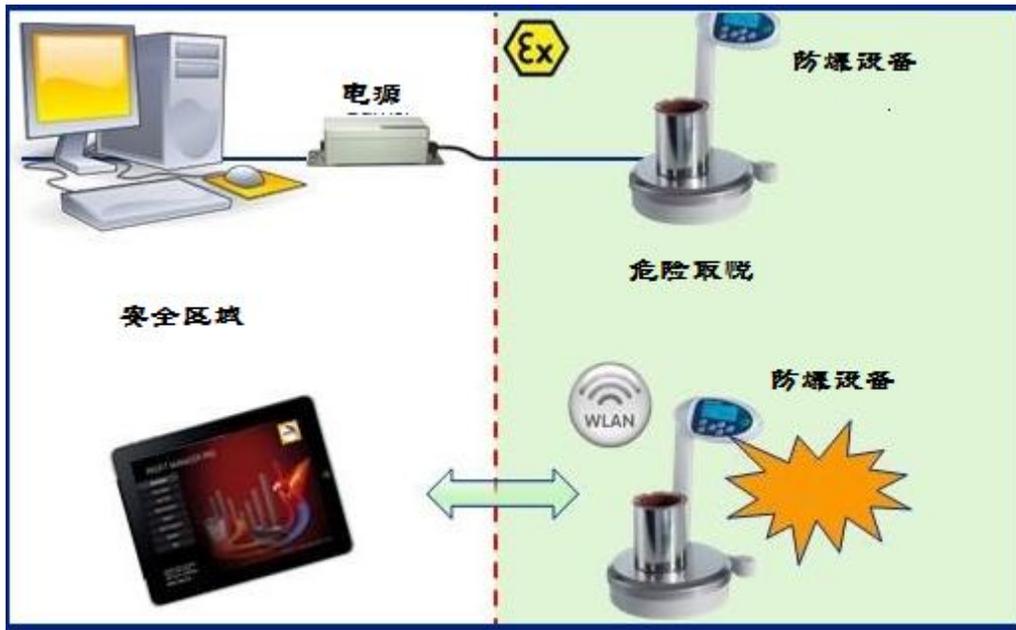


图 1 防爆无线仪表的应用示意图

采用 Wi-Fi 技术实现称重测量设备与计算机网络的通信，不仅可以省去线缆的累赘，与其它类

型的一些通信方式相比，可以实现一对多的通信。例如，一台电脑可以对多台仪表进行指令的下发，数据的采集。节省了物料成本，人力成本，实现了资源的共享。

二、防爆设计

在防爆仪表上配置无线 Wi-Fi 接口。从功能的实现上来说，并非难事。而真正的难点在于两个方面，一是，Wi-Fi 设备的防爆认证，哪怕对于防爆认证机构来说也是一个较新的领域，几乎没有经验的积累可以借鉴参考。二是，Wi-Fi 设备输入低电压高电流的特点，对于防爆电源的设计来说，是极大的挑战。

1. 无线模块的防爆要求

无线模块应用于易爆场合，需要从以下几个方面对其进行考虑。

一是无线模块的设计原理，对原理图进行计算，特别是一些蓄能元器件的应用是否超出了防爆认证的允许范围。

二是在各种模式下，对无线模块的发射功能进行测试。即要求无论在任何模式底下，其通信的总功耗必须控制在一定范围。这里所说的各种条件的测试，包括不同的模式 b/g/n，三种模式下的 13 个信道，以及不同的温度条件下（常温、低温以及高温）的持续数据通信时的功耗的测试。

Wi-Fi 是以 IEEE802.11 作为其网络层以下三层的通信协议，按照时间的顺序，包括 802.11a，802.11b，802.11g 以及目前发展势头正劲的 802.11n^[1]。无论何种模式下，目前主流的 Wi-Fi 都支持 13 个信道，每个信道的有效宽度 20MHz。它们的中心频率虽然不同，但是都占据一定的带宽，所以会有一些的重叠，如图 2。表 2 是 2.4G 频段上的频率分布表。

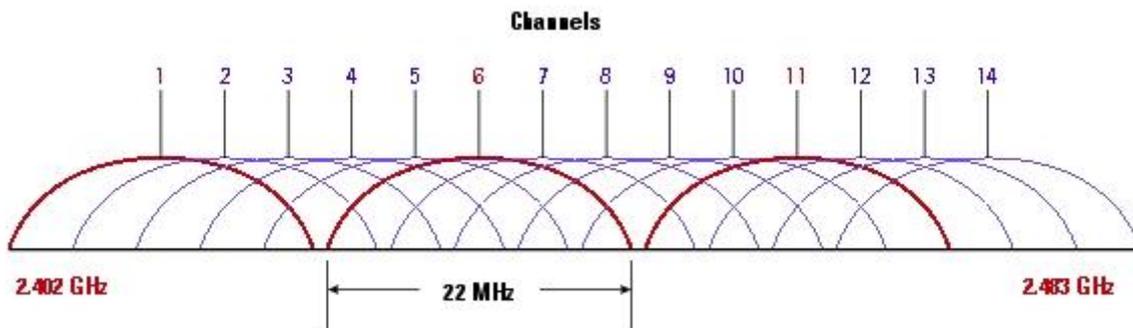


图 2 Wi-Fi 2.4G 段信道分布图

测试的结果需要考虑天线的增益，也就是测试结果必须和天线增益累加之后，还控制在一定的范围内。为了配合防爆要求，可以调节 Wi-Fi 模块的设置参数，适当改变天线的增益。当然，参数的改变必须保证正常的无线通信的通信质量和通信距离。其实，不同温度环境的考虑是必要的，因为在非常温环境下，通信功耗将有所改变，特别是低温状态下，通信功耗有一定的增大。再有，就是需考虑输入电压的波动性，如模块的输入电压要求是 3.3V，那么测试须在 3.0~3.5V 范围内的不同电压值上进行测试。

表 2 Wi-Fi 2.4G 段各信道中心频率

信道	中心频率 (MHz)	信道	中心频率(MHz)
1	2412	8	2447
2	2417	9	2452
3	2422	10	2457
4	2427	11	2462
5	2432	12	2467
6	2437	13	2472
7	2442		

三是故障环境下的状况。防爆认证对于元器件表面温度有要求。对于无线模块，必须考虑其在发生故障时，是否会发生爆炸，是否会有火花，是否表面温度急剧升高。这些都是引起爆炸的因素。人为制造故障，例如加大输入电压，从 3.3V 升高至 4.7V，观察其在非正常条件下的状态。

2. 防爆电源的设计

电源是本质安全型防爆电器设备的能源供给部件，是防爆性能的主要部件。因此，也是防爆产品设计的重要部分。本质安全电路^[2]，是指在正常工作或者规定的故障条件下所产生的电火花或者是热效应不能点燃规定的爆炸性混合物的电路。本质安全性防爆电器设备的特征是其全部电路均为本质安全电路。

本质安全电气设备防爆的基本原理：通过限制电器设备的火花放电能量和热能，使其达到本质安全的要求，从而实现电器防爆的目的。限制电路的放电能量就是限制电路的最高电压和最大电流，这些限制一般都是在电源电路设计的过程中实现的。本质安全型防爆电源电路设计的过程就是限制能量和设置保护措施的过程。由于电容和电感能够储存和释放能量，因此本质安全电路中电容和电感的使用也受到限制。Wi-Fi 模块能耗较高，电流较大，在持续工作时候，表面温度会升高很多，因此增加了 Wi-Fi 模块之后，对于防爆电源的防爆设计，是很大的挑战。

我们的设计，符合 ia 等级^[3]的防爆电源。

首先，限制最高电压和最大电流。充分考虑仪表正常工作所需的能量消耗，特别是配置 Wi-Fi 模块之后，电流的显著增大状态下的电源输出。也就是低电压高电流的电路设计概念。另外，电源的输出需要配置一定的余量。

其次，就是防爆电源的电路中关键防爆器件的热阻检测。也就是说，必须保证在电源额定输出的状态下，这些关键器件的结温不能超过厂方要求的参数设置，结温就是处于电子设备中实际半导体芯片（晶圆、裸片）的最高温度，它往往高于外壳温度和器件表面温度。关键器件包括齐纳二极管

管，场效应管（FET 管）等。我们在本次设计中采用的是齐纳安全栅。虽然相对于隔离式的安全栅来说，存在一些缺陷，如易于损坏、信号精度会受影响，但是它原理简单，易于实现，成本较低。齐纳二极管是该电路设计的关键部件，必须保证工作在额定工作电压，电流和功率的 2/3 以内，同时要求结温不超过厂方参数。FET 管则是用于控制回路在短路状态下的电流，同样要求必须工作在额定工作电压，电流和功率的 2/3 以内，同时要求结温不超过厂方参数。按照“ia”要求，不仅在正常工作状态下，且同时要求在故障状态下，例如短路状态下，进行热阻的检测。如果测试的结果无法达到标准，可采取各种改进措施来降低热阻，例如大面积覆铜的方式。

最后，Wi-Fi 模块的输入要求是低电压高电流，且在不同的环境及状态下，瞬时电流有很大变化。例如，在低温状态下，模块的发射功率会增大；在搜索状态，电流会增大。因此防爆电源设计成两路，一路供给仪表，另一路供给 Wi-Fi 模块。供给 Wi-Fi 的一路电源设计会充分考虑 Wi-Fi 的特点，如在电流突然增大时启动保护措施，切断 Wi-Fi 一路的供电，防患未然。

三、小结

技术的发展，除了新技术的研发，同时也包括现有技术在新领域的应用和推广。无线通信技术已经非常成熟，但是在环境恶劣的工业场合的推广，特别是有防爆要求的场合的应用，还不够广泛。这些环境下的应用，对稳定性，鲁棒性要求较高，同时也缺乏丰富的经验积累，所以具有很大的挑战性。但是，随着对技术本身的不断改进，以及应用经验的不断积累，无线通信技术会在更加广阔的领域，各种不同的场合发挥重要的作用。

参考文献

1. 欧敏铨剖析 801.11 关键技术：MIMO+OFDM[j]. 电子产品世界，2005.3:82~86
2. GB3836.1-2010《爆炸性气体环境用电气设备第 1 部分：设备通用要求》
3. GB3836.4-2010《爆炸性气体环境用电气设备第 4 部分：本质安全型“i”》

作者简介

陈兰陵，1982 年 1 月，女，江苏武进人，工程师，硕士研究生，主要从事嵌入式软件开发工作。