
《电动汽车职业电磁暴露测量和评估方法（征求意见稿）》

标准编制说明

《电动汽车职业电磁暴露测量和评估方法》标准编制组

2020 年 10 月

项目名称：电动汽车职业电磁曝露测量和评估方法

承担单位：深圳市生态环境局、生态环境部核与辐射安全中心、北京森馥科技股份有限公司

编制组主要成员：郭健锋、黄恒、时劲松、杨颖琪、张金帆、邢劲松、马梦达、朱琨、陆德坚、吴杨森、刘雪松、李健晖、卢锐钦

目 录

1.	项目背景.....	1
2.	必要性.....	1
3.	编制的目的和依据.....	1
3.1.	编制目的.....	1
3.2.	编制依据.....	1
4.	主要技术内容说明.....	2
4.1.	范围.....	2
4.2.	关于“规范性应用文件”.....	2
4.3.	关于“术语与定义”.....	2
4.4.	关于“概述”.....	3
4.5.	关于“监测环境及工况”.....	3
4.6.	关于“测试仪器”.....	3
4.7.	关于“测量位置和点位”.....	4
4.8.	关于“测量方法”.....	5
4.9.	关于“数据记录和处理”.....	5
4.10.	关于“暴露评估方法”的“GB8702-2014 磁场限值计权”.....	5
4.11.	关于“暴露平均剂量”.....	6
4.12.	关于“暴露安全评估”.....	6

1. 项目背景

为了保护深圳市电动汽车职业人群的电磁曝露安全，确定和规范电动汽车职业电磁曝露测量和评估方法。深圳市市场技术监督局确定了本项目为 2020 年第一批深圳市地方标准编制计划项目。

2. 必要性

电动汽车是当前汽车行业发展的热点，电动汽车由于使用电池为动力，其电子电气设备产生的电磁场一直受到公众关注，特别是司机等职业人员，由于职业工作需要长时间曝露于电动汽车所产生的电磁场中，甚至有司机抗拒驾驶电动汽车，不利于电动汽车推广使用。当前电磁辐射测量的标准，只有短时间的测量，根据一次的测量值中的最大值来与限值进行比较评估。与电动汽车长期曝露，曝露随车辆运行工况而变化的情况不相符合，需要了解电磁曝露长期累积的影响。也需要相应的评估方法。

3. 编制的目的和依据

3.1. 编制目的

基于电动汽车以及职业人群的工作特点来制定并规范职业电磁曝露测量方法和评估方法。

3.2. 编制依据

1996 年 5 月 10 日，国家环境保护局批准《HJ T10.2-1996 辐射环境保护管理导则电磁辐射监测仪器和方法》，自 1996 年 5 月 10 起实施；

2013 年 11 月 22 日，国家环境保护部批准《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013），自 2014 年 1 月 1 日起实施；

2017 年 5 月 18 日，中央军委装备发展部发布《GJBZ 5313A-2017 电磁辐射暴露限值和测量方法》，自 2017 年 7 月 1 日实施。

2018 年 7 月 16 日，中华人民共和国国家卫生健康委员会发布《GBZ/T 189.3-2018 工作场所物理因素测量 第3部分：1Hz~100kHz 电场和磁场》，自 2019 年 7 月 1 日实施。

《IEC 61786-1-2013 Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings – Part 1: Requirements for measuring instruments》;

4. 主要技术内容说明

4.1. 范围

给出了本标准适用的范围，确定了本标准的内容概述，本标准为深圳市地方标准，故适用于深圳市行政区域范围。适用于电动汽车的职业人员，包括司机、乘务人员等，主要为驾驶电动汽车的出租车司机、公交司机和班车司机。非电动汽车司机的职业电磁暴露，电动汽车私家车司机，乘坐电动汽车的乘客以及非电动汽车的司机和乘客的电磁暴露测量和评估可以参照本标准执行。

无线充电汽车在充电状态下电磁辐射频率范围和超出本标准的范围，电场幅度不可忽略，需要测量电场，限值标准也不是 GB8702。因此不在本标准的范围内。

4.2. 关于“规范性应用文件”

是本标准所引用的文件，主要是基础性的标准，GB8702-2014 是基础性的限值标准，IEC61786-1-2013 是低频电磁场测量的标准，GB/T13730-2018 是国内车辆电磁场测量的标准和 IEC62764-1-2019 是国际车辆电磁场测量的标准。GBZ/T189.3 给出了职业电磁暴露计权平均方法。

4.3. 关于“术语与定义”

给出了本标准中所用到的一些术语，职业暴露，低频磁场，各向同性，线圈

探头是本标准用到的关键的几个术语。来自于职业曝露定义来自于 GB/T38775.4-2020, 各向同性和线圈探头定义来自于 IEC61786. 磁场曝露的定义来自于 IEC62764-1-2019。

4.4. 关于“概述”

对测量方法和评估方法的概述。曝露评估限值使用 GB8702-2014 的原因, 尚未有这个频段的职业限值, 另外电动汽车职业人员由于职业工作需要, 曝露于汽车的低频电磁场中, 无法采取防护措施, 且职业人员掌握的电磁防护知识也不够, 与普通公众无异。故采用公众限值。

车辆电子电气设备还会产生低频电场, 但是低频电场容易被屏蔽, 由于电动汽车采用的电压也就几百伏, 和我们生活中的家用电器的供电电压相当, 远小于输变电工程的电压, 因此不需要对电场进行特别的防护。电动汽车电压低, 但电流大, 所以应对低频磁场进行防护, 国内及国际的车辆电磁场曝露测量标准 IEC62764 和 GB/T13730 均只进行磁场的测量。

4.5. 关于“监测环境及工况”

对于测量的温湿度环境条件提出了要求, 首先是在测量仪器所标称的环境条件下测量, 温度和湿度的范围是我们常规的范围, 是仪器应当满足的测量条件。对于雨天, 或者湿度非常大的情况下的测量, 由于通常是长时间连续测量, 这种情况下的测量值仅供参考, 在进行评估时把这部分数据剔除, 不纳入磁场职业曝露评估中来。

测量覆盖车辆所有正常的工况, 只要职业人员在电动汽车里停留的时间都包含进来, 虽然有一些工况少见也是瞬态的, 比如雨刮器, 电动打火等会有瞬间的大值, 但是由于本标准的评估是基于时间累积, 这种短时间的大值对总的累积值影响并不大。

4.6. 关于“测试仪器”

采用低频磁场测量仪测量汽车的低频磁场, 这里要求采用线圈探头、采用三轴各向同性设计、磁场传感器的面积 $\leq 100\text{cm}^2$ 等遵循了 IEC62764 和 IEC61786 的

要求；结果取方均根值遵循了 GB8702 的要求，以满足测量总磁场的要求。

标准 GB/T37130 频率范围 10Hz~400kHz，GB/T38775.4 的频率范围为 20Hz~400kHz。GB/T32577 的轨道交通频率范围为 5Hz~20kHz。实测电动汽车的电磁辐射主要频率范围为 30Hz~3kHz。故测量范围至少要包含这个频率范围。可以更宽，由于测量长时间连续测量，进行完整 1Hz~400kHz 的测量数据量太大，且更宽的频段频谱分辨率会降低，进行频谱分析测量设备的成本高，为了兼顾测量效率，降低测量频率范围的要求，频率范围确定为 30Hz~3kHz。

测量量程 $\geq 0.01\mu\text{T}$ -100 μT 主要是考虑覆盖车内的磁场的幅度范围，由于测量通常为自动测量，要求动态范围 $\geq 60\text{dB}$ （对应于 0.01 μT -100 μT ）也就是在一个量程档位内测量场。当前市场上主要测试仪器都可以达到。

10%-100%量程大场强时，测量误差 5%，在 $<10\%$ 小场强的环境下，受环境场波动较大的影响，测量误差要求降低为 10%。遵循了 GB12720 的要求

各向同性偏差，遵循了 IEC61786-1-2013 的要求

频谱分析，由于车辆的低频磁场辐射频率不是稳定的，受车辆工况影响而变动，而且有多个辐射的频率点，GB8702 的不同频点的磁场限值差别很大，因此需要采用具有频谱分析功能的仪器进行测量，市场上现有的宽带计权测量探头尚未有满足 GB8702-2014 要求的，且 GB8702-2014 标准对于多频点的辐射是基于频率叠加的。因此需要有频谱分析功能。频率分辨率越小越好，但频率分辨率越小数据量太大，而且测量速度很慢，为了平衡测量速度和处理的数据量，应放宽对频率分辨率的要求，取 $\leq 8\text{Hz}$ 。

4.7. 关于“测量位置和点位”

测量位置和点位基本遵循 GB/T13730 的要求，只考虑司机点位和乘务人员的点位，分为头部、胸部、座位和脚部的测量。为了驾驶安全，测量点位可以偏离人员的实际位置，放置在座椅的一侧。磁场传感器应相对远离金属材质，因为金属材质对磁场的分布有影响，传感器中心距离车身及金属物体 0.2m 的要求来自于 IEC62764，该标准中要求对所有的车内物体表面 0.2 米，这个对实施的难度较大，不好安装。实际影响磁场的是金属物体，所以改为距离金属物体 0.2m。

4.8. 关于“测量方法”

要在电动汽车司机正常工作的状态下长时间连续监测，故仪器应当是自动监测模式，可以自动采集监测数据并保存。

测量可以多个点位同步进行，也可以一个点一个点的测量。

测量时间和司乘人员在车中的时间一致，也就是工作写实，对于司乘人员不在车内的时候，测量也可以一直进行着，但是这段时间的测量数据不应纳入曝露和评估。

4.9. 关于“数据记录和处理”

测量数据分为两种，一种是频谱数据，这个是原始的数据，如果对每次测量的频谱数据均进行保存，存储和处理的难度很大。另一种数据是测量频段范围内的总场强值或者按照 GB8702-2014 限值计算的计权值，这个数据量小，在测量的时候可以实时存下来。测量速率方面，沿用工频电磁场测量的 15s 采集测量一次数据的要求，允许使用更快的测量速率，比如 3s，对应于出租车在市区均速 36km/h，3s 行驶 20 米。频谱数据也要保存，以验证确认产生辐射的频率。但存储速度可以降低。

应记录与监测相关的被测试车辆和司机的信息，记录开始测量和结束的时间，监测点位和布置图，并记录经纬度、速度、加速度等有助于后续分析测量数据。

对于异常数据处理，由于车辆是在实际工作环境中，具有外部的电磁场和内部的电磁场共同影响，本标准的测量和评估只考虑车内电磁场的曝露，不考虑车外环境的影响，特别是车外环境场达到或者大于车内自身场的水平时，要进行剔除。对于测量数据，特别是异常偏大的时候，应进行补充测量车外电磁环境，以确认是车辆自身产生的还是车外环境产生的。

4.10. 关于“曝露评估方法”的“GB8702-2014 磁场限值计权”

这里是关于多个频率辐射限值计权，依照 GB8702-2014 的 1Hz-100kHz 的低频磁场相关要求进行，由于如果对所有频点都进行这样的计算，由于频点非常多，且很多是背景本底信号，不是真实的信号，会导致很多测量本底的信号导致累积的场强误差，所以只筛选了相对于限值占比较大的频点来进行计算，以占限值百

分比为 0.5%的场进行累积，或者最大的 10 个频点，其他频点的影响可以忽略不计，这种处理方法和 GB/T32577-2016 是一致的。该标准不考虑磁场强度低于限值 10%以下的频点，但 10%过于粗略，本标准放宽到 0.5%。

4.11. 关于“暴露平均剂量”

该方法遵循 GBZ189.3 中的方法，暴露计权平均的时长为 8 小时，不管实际监测时长多少，应折算到 8 小时的暴露计权平均。注意是 GB8702-2014 磁场暴露的计权值，不是直接的磁场场强值。当暴露计权平均值大于 1 时，也就是超过了 GB8702 的限值。

4.12. 关于“暴露安全评估”

对所有点位取暴露计权平均值最大的点位进行评估，从两个维度来进行，有一个点位的最大的瞬时测量值超标，即计权值大于 1，且 8 小时计权平均值大于 0.5，也就是平均达到了 GB8702 限值的 50%，认定为超限值。

如果只是计权值大于 1，计权平均值未达到 0.5，也不认为是超标。

计权平均值取 0.5，而不是 1，主要是考虑到测量值是随工况波动的，当平均值为 1 时，肯定有很多测量值已经超过 1 了。

另外也要考虑到环境电磁场的影响，留有一定的裕量，即使出现车内电磁场和车外电磁场叠加的情况，也可以不超标。