

# 电动汽车接入对配电网负荷曲线的影响分析

牛奕童

白俄罗斯—俄罗斯大学 白俄罗斯共和国 212000

**【摘要】**随着科技的不断发展与进步,又随着人们纷纷相应国家节能减排的号召,发展得日益成熟的电动汽车出现在人们的视野中。把电力作为主要驱动能源,在减少碳排放的同时,也方便了人们的出行,满足了人们的需要。然而,随着电动汽车越来越普及,当它们接入电力系统后,将会对整个城市的电力系统带来极大的挑战。特别是预计在十年以内,电动汽车的普及程度将会有有一个巨大的增长,其接入配电网络之后,将会直接影响其负荷曲线,进而影响到整个电网的安全,是值得所有人注意的一个环节。

**【关键词】**电动汽车; 配电网; 负荷曲线

## 一、引言

当今世界,随着科技的日益进步,人们的生活水平得到了飞速地提高。人们更有效率的开发资源,积攒财富,生活变得愈来愈好,其中一个明显的表现就是私家车变得越来越普及。但从辩证的角度来看,这件事既有好处,本身也存在着不足。私家车数量的增多意味着碳排放量的增加,全球的环保工作面临着更大的挑战。据统计,全世界24%的碳排放来自与交通工具的碳排放。我国的汽车能源消耗更是占到了总消耗的十分之一。且根据目前的增长速度,预计在十年后,这个数字会上升到30%。

在近几年,在国家政策的支持下,电动汽车行业的发展突飞猛进。电能比起传统的石油燃料,其价格相对较低,比起一次性的石油资源,发电的方式也更多,更加便利。用电力来代替石油资源,是当今时代的发展方向,是一件对环保工作有着重大意义的事情。

为了同时解决出行问题和环保问题,有人提出使用电动车作为人们的代步工具。在前几年,电动车因为尚未完全发展,存在种种问题,并未收到广大驾驶人员的欢迎,也没能在大众中普及。近年来,随着科技的不断发展,电动车逐渐解决了之前存在的问题,且由于其使用对环境危害小的电力作为主要驱动能源,在保护了环境的同时解决了人们的出行问题,电动车慢慢走进人们的视线,开始被大众所接受。

然而,如果电动汽车大规模普及,由于电动车需在配电网中完成充电的过程,其可能会向当今的配电工作发出挑战,甚至会改变整个配电负荷曲线。但是,电动汽车除了从配电网络中获取电力之外,还有向电网输出

电力的能力。人们应当提前模拟电动汽车大量接入配电网的情况,找出其变化规律,并针对性地制订解决方案,最终将问题解决。

## 二、不同车型接入电网的情况分析。

依据用途,电动车可以被分为不同种类。不同用途的车辆,他们接入配电网络的时间也不尽相同,对电量的需求和充电时长的需求也各不一样。在研究整个配电负荷曲线的过程中,为了做到尽量仿真,需要人们进行合理的分类,并且逐个进行分析。

### (一) 电动汽车

电动汽车接入配电网主要有两种形式,分别为单纯的充电模式,以及充电与放电同时进行的充放电模式。

蓄电池是电动汽车进行充放电的主要组成部分。了解了蓄电池的工作原理和充放电过程中表现出的负荷特征,有助于我们对各种电动汽车进行充放电的规划。对电动汽车的充电,本质上就是对蓄电池的充电。我们研究对电动汽车的充电过程,实际上也就是研究对蓄电池的充电方式而已。在仿真计算过程中,可以简单地使用蓄电池的参数来进行相关的计算。

当电动汽车需要进行充电时,会通过充电桩接入当地的充电网络。这种充电行为是具有时间和地点上的随机性的,不好控制且难以计算。为了便于后续的数据处理,以便降低电网的调度成本,在这种情况下,只考虑汽车的充电状态,对于其放电的状态则不再纳入考量范围内。

充电桩按照充电速度的不同,可以分为慢速、常规和快速三种充电模式。

充电模式	额定电压 /V	额定电流 /A	适用场所
L1	单相 220	16	家用
	单相 220	32	
L2	三相 380	32	商场、停车场等
	三相 380	63	
L3	600	300	高速公路服务区、充电站等

如图所示,不同的充电速率,其所需的额定电压和额定电流都不尽相同,适用的场所也各有差别。当电动汽车通过充电桩接入电网中时,通过电动汽车与电网之间的信息交互互动技术,可以让电动汽车和配电网络之间形成具有交互性的反馈模式,通过这一步骤,可以形成控制系统,进而实现电动汽车与电网间能量的只能互联双向交换。

因此,当人们换一种角度思考这个问题,电动汽车不仅仅是配电网络的负担,同时也是配电网络的能量储存设备,通俗来讲,就是电网的“备用电源”。

在配电站的充放电过程中,控制终端可以根据接入配电网络的电动汽车当时电池的情况,在不同的充电模式中进行合理的选择。当电动汽车的电池电量较低时,控制终端可以选择快速充电来加快汽车的充电速度,减少它们接入配电网络的时间,为后续用电高峰期做准备。当用电高峰期来到时,则可以将车辆电池中溢出的多余部分流回至电网中,这样的话,一部分电动汽车将不再成为配电网络的负担,而是成为解决高峰期用电问题的重要帮手。通过这样的合理调度,可以实现电量的充分调用,减轻配电网络的负担。更加高效合理地解决城市的电量配给问题。

### (二) 电动公共交通

在提倡环保绿色出行的今天,人们更多地会选择公交车作为首选的出行方式。近年来,电动公交车也逐渐普及,乘坐电动公交车出行可以说是环保中的环保。不过,电动公交车需要大量的电力作为其行驶的能源,这就向城市的配电网络提出了挑战。

根据人们的出行习惯,公交公司一般会将大部分的班次安排在早上五点至晚上十一点之间,期间在人们上下班的出行高峰期,会额外加开车次,以减小每辆车的客运压力。可以将这个时间考虑为上午七点至九点,下午四点至七点。电动公交车对电力的需求量非常高,因此,其电池的容量也比其他车辆要大得多。在白天的运营时间中,至少需要一次完整的充电过程,才能保证车辆有能正常运行的电力。而且,由于公交车需要长时间运行,如果充电时间过长,会严重影响公共交通的运行效率,不仅公交公司不接受,需要解决出行需求的广大群众也不会接受。因此,公交车的充电是短时间内大量的充电过程。这对配电网络产生了巨大的影响。在设计

公交车的充电方案时,可以认为白天需要对其进行一次快速充电,夜间不在其工作时间内,可以进行一次常规充电。

### (三) 电动出租车

电动出租车不同于普通的电动汽车,其每天的运营里程远超正常的电动汽车。且出于电动出租车司机的工作强度考虑,他们一定希望每天接更多的客人,那么就需要更少更短更高效的充电时间。我们不妨假设出租车在司机的午饭时间以及下午的出行低谷期需要进行两次充电,出租车停靠时间较短,用电需求较高,需要进行两次快速充电,出租车对电量需求较高,可以不用考虑它们有多余电流来向电网进行放电。

### (四) 电动公务、私家车

电动公务车和私家车所需的电量相对较小,使用频率也相对较低,其对电网的负荷也相对较低。大部分时间,它们都是闲置的。针对公务车,可以由有关部门进行统一的调配管理,让他们平时采用慢速或常规的方式进行充电,在电量充满之后,就作为备用电源,在用电高峰期向电网放电,减轻城市配电工作的压力。

私家车的使用频率也相对较低,但是无法统一调配管理。不过私家车的主要使用时间是上下班的高峰期,在用电高峰期,其大部分是接入电网的充电状态,且私家车辆有大量的闲置时间可以用来充电。因此,可以采用让私家车在用电高峰期进行慢速充电,充满后再向电网供电的方式进行电量调度。

## 三、符合曲线仿真分析

### (一) 电动汽车总负荷的仿真计算

电力计算可以以天为时间计算单位,精确到每分钟。一天有 $24 \times 60$ 分钟,规定*i*为所有车辆在当时的总电量负荷,那么所有车辆的充电功率可以表示为如下子式:

$$L_i = \sum_{n=1}^N P_{n,i}$$

等式左边为当时的总充电功率,*i*为1至1440的整数。*N*为汽车的总数量,*P*为每一辆不同的车在当时的充电等效功率。

针对某一个供电区域的符合,可以根据有关部门记录的历史数据,选取其中具有典型性的一部分数据,并按照一定的增长率,简单预估未来十年内的典型数据,从而得到理论上的预测负荷曲线。不妨假设所要进行计算的区域保有全国1%的车辆,通过计算和预测,认为十年的时间内,电动汽车的普及率分别为10%、30%、50%。

### (二) 不考虑汽车放电状况下的负荷曲线的绘制

不考虑所有电动汽车对电网的放电情况,此时使用

蒙特卡洛模拟，可以得到电动汽车在不同普及率下的总负荷。将这个总负荷与上一节中对十年后的预测负荷曲线相叠加，可以得到如下结果。

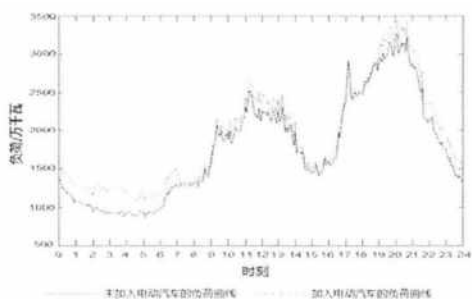


图1 渗透率为10%时电动汽车以充电状态接入前后的日负荷曲线

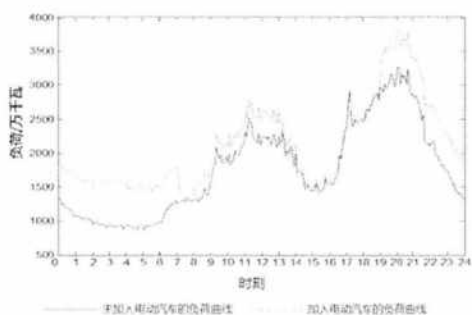


图2 渗透率为30%时电动汽车以充电状态接入前后的日负荷曲线

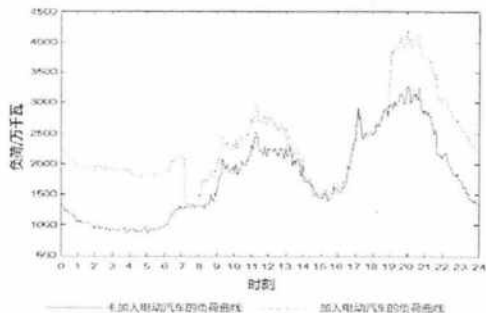


图3 渗透率为50%时电动汽车以充电状态接入前后的日负荷曲线

从图中曲线可以看出，电动汽车的普及率越高，其对配电网的负荷也就越大，配电工作的压力也越来越大，面临更加严峻的挑战。负荷曲线的峰谷差会在电动汽车普及率进一步提升时大幅度地增加，如果城市完全按照电动汽车使用者的习惯进行配电工作，那么对配电网的挑战是无比严峻的，一旦出现问题，很有可能导致整个城市的电力瘫痪，非常恐怖。

### (三) 考虑电动汽车向电网放电情况下的配电曲线

将电动汽车对电网放电的状态纳入考虑范围内后，可以得到如下图像

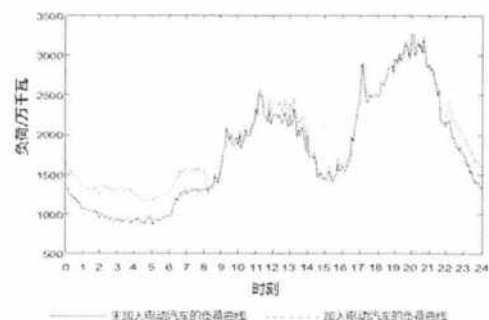


图4 渗透率为10%时电动汽车以充-放电状态接入前后的日负荷曲线

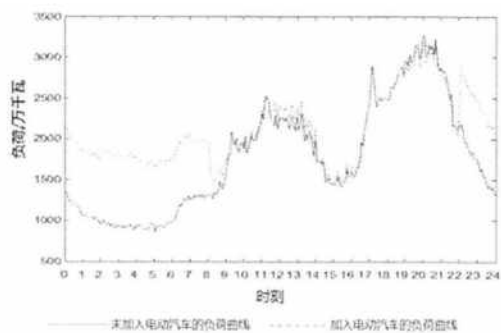


图5 渗透率为30%时电动汽车以充-放电状态接入前后的日负荷曲线

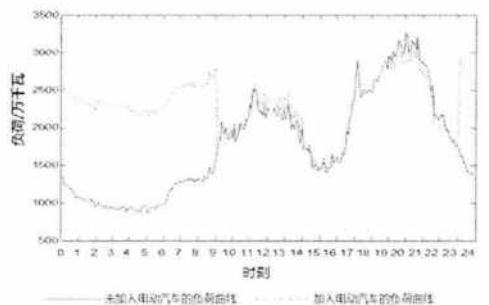


图6 渗透率为50%时电动汽车以充-放电状态接入前后的日负荷曲线

从图表中可以看出，当电动汽车向电网放电时，电动汽车的普及率升高后，虽然配电网的负荷确实增加了不少，但由于电动汽车也作为配电网的一部分参与到配电工作中去了，负荷曲线的峰谷差也就明显地变小了，从中可以看出，电动汽车向电网放电的状态是非常有助于配电工作的开展的。

结语：电动汽车的逐渐普及，是科学技术进步的结果，也是人们要求环保出行的必然结果。然而，如何大规模地将电动汽车接入城市配电网，是留给每一个城市建设维护者来考虑的重要问题。我们并不需要等着电

动汽车的普及，到时候再解决问题。如果只是放任问题的出现，届时再进行处理，那就已经晚了。通过负荷曲线预测的方式，我们完全可以模拟十年左右的时间内，电动汽车对配电网可能造成的影响，从而做到提前准备，先行规划。管理者不能单纯放任市民按照自己的生活习惯安排汽车的充电过程，更重要的是进行合理的调配，让城市的配电工作合理有序进行。通过让电动汽车也参与到配电工作中的这一方式，来减轻配电网的压力，使城市的供电更加稳定，让人们收获更加环保，更加便利的生活。

### 【参考文献】

- [1] 韦磊, 朱红, 廖迎晨. 电动汽车接入对配电网负荷曲线的影响分析 [C]//2015年江苏省城市供用电学术年会.
- [2] 王帆, 包海龙, 徐凡. 电动汽车接入对配电网运行影响的研究与分析 [J]. 华东电力, 2011, 039(007):1089-1093.
- [3] 寇凌峰. 电动汽车大规模接入对城市配电网的影响分析 [C]//中国高等学校电力系统及其自动化专业第二十七届学术年会. 中国电机工程学会; 燕山大学, 2011.
- [4] 邹磊. 电动汽车大规模接入对电网的影响及对策 [D].