

NMP控制系统设计与安装

杨代成

中国电子系统工程第二建设有限公司四川公司

[摘要] 新能源汽车产业推动着锂离子动力电池需求的快速增长。NMP作为锂电池生产中的常用溶剂，是生产电极非常重要的材料。因其价格昂贵、吸湿性强、具有腐蚀性、挥发性等特点，在锂电池生产时做好NMP存储、废液回收的监测与控制及该系统设备安装、管线敷设等是锂电池生产的关键工作之一。

[关键词] NMP 工业集散型控制系统 现场控制器

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.12.145

引言

随着全球汽车电动化进程加速，预计至2025年全球新能源汽车销量将达1500万辆，2030年达3200万辆；其中国内将分别在2025和2030年超600和1400万辆。至2025年全球动力电池需求将达900GWh，2030年将达2080GWh；年增速分别为36%和26%，其中国内动力电池需求在2025和2030年分别将达360GWh和910GWh。

我国能源升级、转型，降低碳排放正如火如荼的发展，锂电产业是我国863计划的重点项目。为进一步促进我国锂电产业技术的发展，我们应做好锂电项目的NMP控制系统设计与安装，力争早日实现碳达峰，碳中和。

1 NMP的作用

NMP学名叫N-甲基吡咯烷酮，俗称甲基，是一种价格昂贵、无毒、沸点高、极性高、黏度低、易回收的有机溶剂。具有腐蚀性小、溶解度大、稳定性好等特点。

NMP是生产锂离子电池非常重要的材料、在生产配料时作为常用溶剂；在浆料配料阶段，被作为弱极性液体被用来溶解和溶胀粘接剂并稀释浆料。该过程通常需要高速真空搅拌3~5个小时，最终形成介质均匀、在一定黏度范围内能够长时间保持稳定的浆料。

涂布阶段被作为浆料的主要载体，在精密的涂布机内把浆料以稳定的厚度均匀的涂敷在金属基材表面。然后湿膜在涂布烘箱中匀速运行，通过溶剂有规律性的挥发，形成孔径均匀，分布均匀的多孔微电极结构；该过程要求金属基材有非常好的润湿性和流动性。涂布机内挥发的NMP气体需要用抽风机排走，通过管道进入回收设备，利用冷却水和冷冻水盘管使其从空气中冷凝出来，然后通过收集、提纯进而达到回收的目的。

2 监控系统的设计

NMP监控采用工业集散型控制系统，主要设备包括现场控制器（PLC）、工业级传感器、控制阀以及管理控制系统等组成，其主干网采用TCP/IP以太网，所有PLC现场控制子系统工作在EtherNet TCP/IP以太网上，PLC下端至RIO采用ControlNet网络，PLC及RIO设置备用网络。

在进、出液控制间的墙上设置液晶触摸控制屏，一般底部离地1.4m嵌墙安装。用来显示系统设备的运行参数、故障报警信息等，同时手动或自动控制成品存储罐进出液和存储罐回收液进、出液系统的运行。

2.1 成品液控制

进液：

当现场控制器接收到加液按钮的开始信号，根据液位信号LS1、LS2确定空成品储液罐。现场控制器优先选择给1号空成品储液罐加液，并发出信号，打开1号空成品储液罐入口电磁阀V2，启动成品加液泵P1或P2（P1和P2互为备用），开始注液。当1号空成品储液罐液位信号LS1即将达到高液位的时候，提前打开2号空成品储液罐入口电磁阀V4；然后开始注液。当2号空成品储液罐液位达到高液位的时候，关闭2号空成品储液罐入口电磁阀V4，并关闭成品加液泵P1或P2，即可停止注液。如有多个空成品储液罐，只需要如此循环，既能完成注液。

如果在注液过程中，发现槽车的成品液量不足时，手动控制关闭按钮；现场控制器接收到加液按钮的关闭信号，即可发出信号控制关闭成品加液泵P1或P2，关闭空成品储液罐入口电磁阀V2、V4；系统停止注液。

出液：

自动出液模式：现场控制器接收缓存罐低液位LS3报警的信号，依次打开1号成品储液罐出口电磁阀V1（如果1号成品储液罐为低液位，则需要打开2号成品储液罐出口电磁阀V3），打开缓存罐常闭电磁阀V5，启动成品吸液泵P3或P4（P3和P4互为备用），当缓存罐液位LS3达到高液位的时候，关闭缓存罐入口常闭电磁阀V5停止注液；当常闭电动阀故障时，给缓存罐继续加液，当缓存罐内液位达到高高液位时关闭常开电磁阀V6并关闭吸液泵P3或P4，同时故障灯闪烁。

手动出液模式：将系统切换至手动出液模式，输入出液量，现场控制器依次打开缓存罐常闭电磁阀V5，打开1号成品储液罐出口电磁阀V1（如果1号成品储液罐为低液位，则需要打开2号成品储液罐出口电磁阀V3），启动成品吸液泵P3或P4（P3和P4互为备用），当缓存罐液位LS3达到高液位的时候，关闭缓存罐入口常闭电磁阀V5，停止注液；当常闭电动阀V5故障时，给缓存罐继续加液，当缓冲罐内液位达到高高液位时关闭常开电磁阀V6并关闭吸液泵P3或P4，同时故障灯闪烁。

2.2 回收液控制

出液：

现场控制器接收出液按钮的开始信号，依次打开1号储液罐出口电磁阀V1，启动成品吸液泵P1或P2（P1和P2互为备用），当1号储液罐液位即将达到低液位的时候，提前打开2号

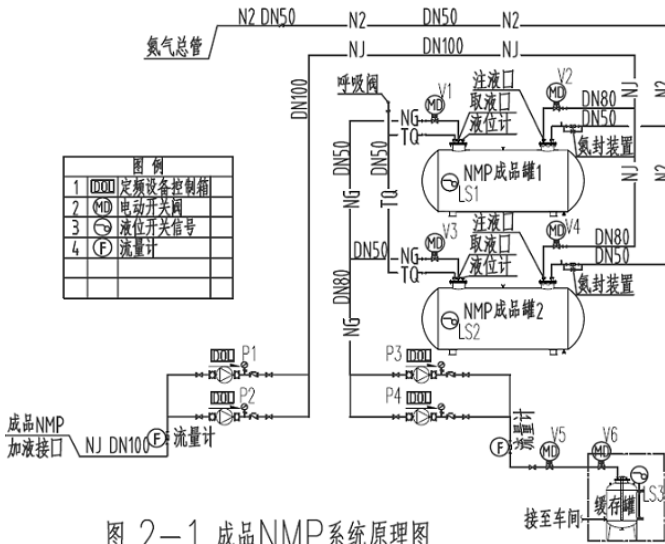


图 2-1 成品NMP系统原理图

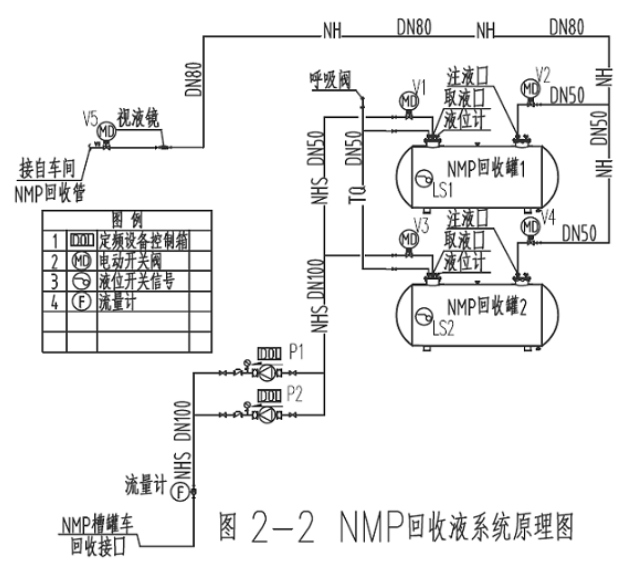


图 2-2 NMP回收液系统原理图

储罐出口电磁阀V3开始出液，当2号储罐液位达到低液位的时候，关闭2号储罐出口电磁阀V3停止吸液，如有多个回收液存储罐，只需如此循环，直至所有回收液存储罐出完为止；现场控制器接收出液按钮的关闭信号，关闭成品加液泵P1或P2，关闭1号储罐出口电磁阀V1；

吸液：

整个回收液系统需保持有且仅有一个回收液存储罐的常闭电动阀V2保持开启状态，存储回收液；现场控制器接收到1号回收液存储罐高液位报警的信号，打开2号储罐口电磁阀V4开始存储回收液；如有多个回收液存储罐，只需如此循环直至所有回收液存储罐存储完毕；

3 设备安装

3.1控制箱安装

控制箱内设备与各构件连接应牢固。安装在轻质墙上时应采取加固措施，且控制器安装时要横平竖直，垂直度和水平偏差度在误差范围内，接地应可靠、良好。对所有需进行二次安装的模块，在拔插时要轻拿轻放，切记生拉硬拔，接线端子排在箱体内部应无损伤，绝缘良好，安装时需固定牢固；变压器、继电器等元器件在控制箱内要排列整齐，且需布置合理保持良好通风散热。主站控制箱与模块扩展箱之间的通讯线需由厂家提供定制专用通讯线，以确保可靠通讯，控制箱安装位置应尽量放在弱电间或者监控机电设备附近，由UPS统一供电。

3.2设备安装

现场设备包括流量计、液位计、电动开关阀等，其安装过程分为取源部件的和仪表设备的安装，具体安装要求如下：

仪表所有取源部件的开孔、安装必须在工艺专业制作预制时同时进行，开孔和焊接的方法要求符合相应工艺专业本体的要求。电动开关阀应垂直安装在水平管道上，同时应考虑设置旁通管路，以便检修和手动操作；安装时，应避免对电动开关阀带来附加应力，管道较长的地方，应安装支架，震动剧烈处，采取避震措施，大口径电动开关阀应避免倾

斜，注意介质流向与阀体上的流向一致。

4 管线敷设

4.1配管

电线管要严格区别，切不可混合安装，弱电线管与箱盒配管时严禁使用焊接，必须进行丝扣连接，并可靠接地，电缆管支架不应焊接或固定在吊顶龙骨上，应用单独的卡具吊装或支撑物固定。配管的管口必须用锉刀修复毛刺，电管之间用丝扣连接，并做好跨接工作，配管的弯曲半径应符合规范要求，并不得出现明显褶皱。保护管至仪表连接需用金属软管过度，其软管长度不能超过1米，经过建筑物变形缝处应采取补偿措施，留适当余量，敷设在多层和潮湿的场所，管路的管口和管子的连接处均应做密封处理。

4.2线缆敷设

电缆敷设前应仔细核对电缆型号、规格是否符合设计要求，敷设前后都应用500V兆欧表检查电缆的绝缘值，要保证绝缘合格。电缆敷设时应排列整齐，在桥架中应用扎带固定，电缆两头应留足够的长度，并挂好标志牌，不同系统、不同电压、不同类别的线路不应穿于同一根管内或线槽的统一槽孔内；电气配线要求排列整齐，接线应尽可能走线槽，在管内或线槽内穿线前，应将管内或线槽内的积水及杂物清除干净，导线在管内或线槽内，不应有接头或扭结，导线的接头应在接线盒内焊接或用端子连接，当采用焊接时，不得使用具有腐蚀性的助焊剂。

5 结语

综上，锂电池项目中NMP进出液、废液回收系统若能够得以有效监测与控制，对保证锂电池生产有着积极的意义。从设计时就充分考虑各种因素、结合使用需求将系统关键环节深化好；再到现场设备的安装工程实施时给予监督管理、保障工程质量。最终满足企业生产的需求。

参考文献

[1] 锂离子电池工厂设计标准（附条文说明）：GB 51377-2019[S]. 2019. 自动化仪表工程施工及质量验收规范：GB 50093-2013[S]. 2013.