



# 自动化集装箱码头 AGV 电池更换站 空调通风系统设计

唐杰<sup>1</sup>, 张斌<sup>2</sup>

(1. 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032; 2. 上海国际港务(集团)股份有限公司, 上海 200080)

**摘要:** 自动化集装箱码头 AGV 电池更换站工艺复杂, 充电设备发热量大, 须保证充电区域的工作温度始终控制在 20~35 °C 内, 满足站房降温、除湿和防盐雾的环境要求。以上海国际航运中心洋山深水港区四期工程 AGV 电池更换站为案例, 进行了空调通风设计方案的研究, 采用分体局部空调的方式。该方式具有负荷调节灵活和使用安全可靠的特点, 保证电池更换站空调通风系统能够长期可靠、稳定运行, 而且也能减少空调通风能耗。

**关键词:** AGV 电池更换站; 通风; 方案比选; 空调设计

中图分类号: U 652.7<sup>+</sup>2

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)09-0171-04

## The HVAC system design for AGV battery replacement station in automatic container yard

TANG Jie<sup>1</sup>, ZHANG Bin<sup>2</sup>

(1. CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China;

2. Shanghai International Port (Group) Co., Ltd., Shanghai 200080, China)

**Abstract:** The AGV battery replacement station of automation container terminal has a complex process, and the charging equipment emits huge heat when it works. The charging area working temperature shall be controlled between 20~35 °C to meet the cooling, dehumidification and anti-salt fog environment requirements. Taking the phase IV project of Shanghai Yangshan deepwater port as an example, we research the designs scheme of ventilation and air conditioning, and determin using split air conditioning. The system has the characteristics of flexible load regulation and the use of safe and reliable. It ensures that the air conditioning and ventilation system of the battery replacement station can operate stably for a long time, and can reduce the energy consumption of the air conditioning and ventilation system.

**Keywords:** AGV battery replacement station; ventilation; comparing the design scheme; air conditioning design

上海国际航运中心洋山深水港区四期工程自动化集装箱堆场共有大小 2 座 AGV 电池更换站, 均实行远程监控操作。AGV 以电池为动力, 能在计算机监控下, 精确地行走并停靠到指定地点, 完成一系列作业功能。根据自动化集装箱堆场 AGV 电池更换站无人化管理的工作特点和使用要求, 综合 2 座 AGV 电池更换站的规模、室外气象条件、负荷变化情况等因素, 确定 AGV 电池更换

站小站采用分体局部空调的方式, 具有调节灵活和使用安全可靠的特点。

作为长期运行的 AGV 电池更换站的辅助设施, 空调通风系统的优化设计和节能工作具有相当重要的意义。通过对空调通风系统的优化设计和研究, 确保空调通风系统能够长期可靠地稳定运行、减少空调通风能耗、减少空调通风设备的使用率和维护工作量、延长空调通风设备的使用寿命。

收稿日期: 2016-06-16

作者简介: 唐杰 (1961—), 男, 高级工程师, 从事港口暖通、动力和环保工程的设计。

### 1 空调通风设备选择

AGV 电池更换站小站为单层建筑，建筑尺寸为 50 m×12 m，高度 12.7 m，属大型电气设备间；沿建筑西侧长度方向布置换电机器人，中间布置电池架，电池架东侧布置 2 层充电机，沿长度方向布置行车梁底高程为 10 m；为保障 AGV 电池更换站内电力设备的安全运行，站内不应设置有压力的空调水管。在运行方式上，AGV 电池更换站要求远程操控，站房为无人值班运行。根据上述特点，AGV 电池更换站空调宜采用冷媒直接蒸发式空调机组，根据工艺布置状况，设计采用局部空调的方式，沿东侧墙体布置 1 层、2 层分体式空调风管机组（图 1、2）。

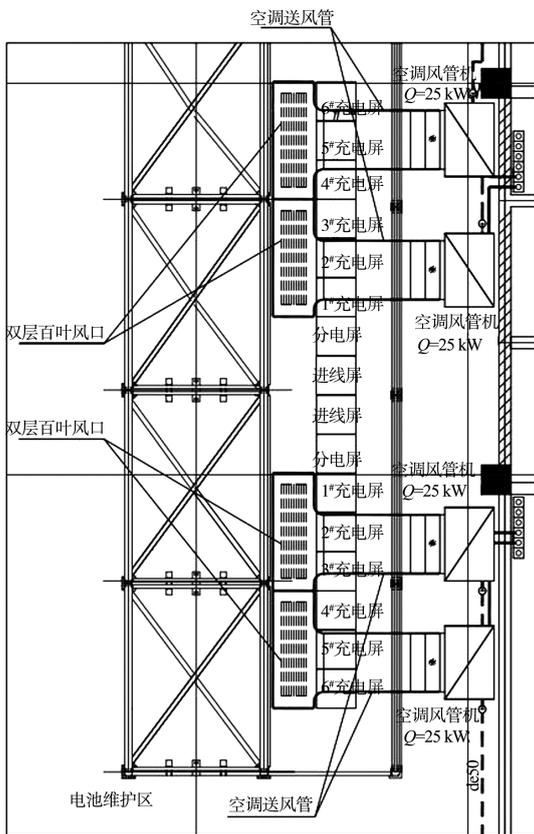


图 1 1 层空调平面布置

AGV 电池更换站小站计算空调冷负荷约 240 kW，其中设备冷负荷集中在充电区域约 160 kW；设计选用分体变频风管空调机组共 10 套，其中 8 套分 1、2 层对应布置在不同的充电机排列区域，具体为制冷量：1 层对应 12 台充电机布置 25 kW×4；

2 层对应 8 台充电机布置 14 kW×2、20 kW×2。充电区域的两端各布置 1 套 40 kW 分体式空调风管机组。

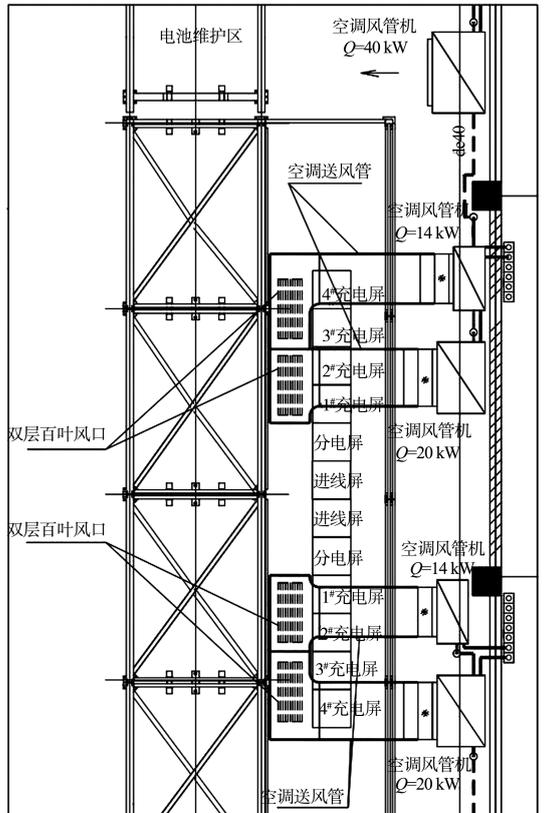


图 2 2 层空调平面布置

AGV 电池更换站小站共有 3 处进出大门，设计布置空气幕，以隔断室外冷、热空气的侵入，节约空调能耗。空气幕与大门启闭采用连锁控制。

### 2 空调、通风方案的比选和房间室内参数确定

AGV 电池更换站夏季空调室内设计参数的选择，应满足设备运行条件和规范规定的要求，尽量选定规范允许范围内的最高夏季室内空调设计温度，电气设备间夏季空调室内温度设为 28℃ 时，比室内温度为 26℃ 时空调冷负荷减少约 20%，由此可见，参数确定直接影响设备选型的初投资及日后运行费用，夏季空调室内设计温度宜就高不就低。

根据工艺要求，电池更换区需进行散热，为了延长使用寿命，须保证充电区域的工作温度在

20~35℃, 满足降温、除湿和防盐雾要求。充电机及电池的发热功率为 160 kW。

相关资料显示, AGV 电池架的温度不宜低于 10℃, 须防治过冷无法正常充电。

综合以上情况, 设计认为: 采用机械通风不能保证电气设备间温度始终控制在 20~35℃, 须采用冷暖空调才能满足<sup>[1]</sup>。夏季供冷设定温度 27~28℃, 冬季供热设定温度 15~20℃。

### 3 空调通风的气流组织

空调室内机布置情况直接影响空调房间的气流组织情况, 且对室内空调效果的影响很大。很多案例表明, 在不良的室内气流组织情况下, 即便是空调设备制冷能力大于设计负荷也不能保证室内的空调效果, 经常出现局部过冷或过热的现象。由此就会使空调机夏季设定温度过低, 长期处于不间断运行的状态, 不仅浪费能源, 而且会增加空调机的维护工作。

针对充电区域电气设备布置紧凑、通道狭小、设备怕水等特点, 采用分体空调机组接风管的方案: 对应 1、2 层充电机的平面位置, 相应布置 8 套空调风管机组, 每套机组通过送风管、送风口对应 2~3 台充电机作业, 空调机组的回风口对应充电机排风口的上方<sup>[2]</sup>, 利用充电机和风管的布置形成局部冷热通道的有效隔离(图 3), 既保证了空调送风的均匀和有效利用, 也确保当个别空调机组发生故障后不会影响其它部分充电区域的正常工作, 确保 AGV 电池更换站空调系统能够长期安全、可靠、稳定运行。考虑到建筑围护结构产生的冷负荷, 在充电区域的两端各布置 1 套分体式空调风管机组。所有空调机组均采用上部送风、上部回风的方式, 充电区域的局部空调小循环与两端布置的空调大循环气流组织保持一致(图 3)。保证了空调气流在设备通道间顺畅循环, 使充电区域温度分布趋于相对比较均匀, 为充电机的正常工作提供了环境保证, 也节省了能耗, 延长空调机组的使用寿命。空调室外机全部放在屋顶。

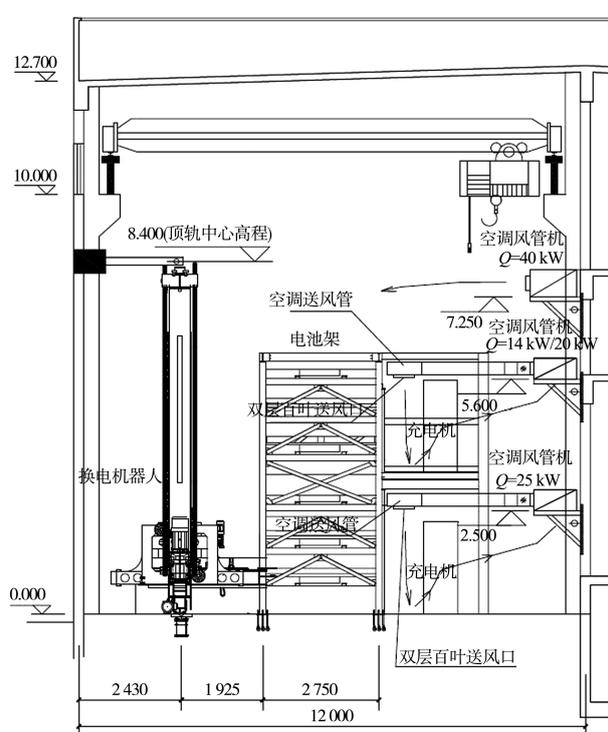


图 3 空调剖面(高程: m; 尺寸: mm)

### 4 空调通风设备的合理运行

通过合理优化空调运行模式可以达到理想的节能效果, 目前多数电气设备间空调的使用方式较为粗放, 运行人员为图省事, 夏季直接将空调运行温度设定为控制器上的最低温度 16℃, 而冬季则恰恰相反, 将空调运行温度设定在 28℃, 形成了冬热夏冷的奇怪现象<sup>[3]</sup>。这种运行方式带来的直接后果不仅影响电气设备的安全运行(夏季空调过冷会导致电气设备内部因温差过大产生凝露现象), 而且造成空调设备长期不间断地运行, 极大浪费电能, 同时也缩短了空调设备的使用寿命。粗放的空调使用方式可能导致电气设备产生故障, 也使空调设备维护工作量和成本增加。设计确定 AGV 电池更换站夏季空调制冷运行温度为 27~28℃, 冬季供热运行温度设定为 15~20℃。避免因运行人员误操作产生问题, 采用远程集中控制, 也从制度上得到了保障。

全部空调设备同时启动不仅使瞬间启动电流较大, 还会使空调设备因为频繁启停而影响使用寿命。为了改变这一现象, 多台空调设备之间设置远程切换装置, 按照各充电区域的工作情况顺

序控制空调设备的运行，充电区域的空调机只有在全部充电机都工作时才全部启动，两端的空调机只有在温度超高时才全部启动，这样空调设备大部分时间内处于间歇轮换运行状态，既减小同时启动电流，又能延长空调设备实际使用寿命。

### 5 AGV 电池更换站通风、空调运行流程

AGV 电池更换站空调通风系统均能现场手动或远程控制操作。

1) 当冬季电气设备间温度低于设定值(例如 0~5 ℃)时，顺序启动对应充电区域的空调机组通风系统(不制冷、不供热，利用充电机散发的热量提供 10~15 ℃的热风循环加热电池架)。

2) 当冬季充电区域的空调机组通风系统送风温度低于设定值(例如 5~10 ℃)时，启动空调机组供热，空调温度设定为 15~20 ℃。

3) 当电气设备间温度超过设定值(例如 30 ℃)时，顺序启动对应充电区域的空调机组制冷，空调温度设定为 27~28 ℃。

### 6 结语

1) 为保障 AGV 电池更换站内电力设备的安全运行，AGV 电池更换站空调宜采用冷媒直接蒸发式空调机组，采用分体局部空调方式具有调节

灵活和使用安全可靠的特点。

2) 采用冷暖空调才能保证 AGV 电池更换站环境温度始终控制在 20~35 ℃内，满足降温、除湿和防盐雾要求。

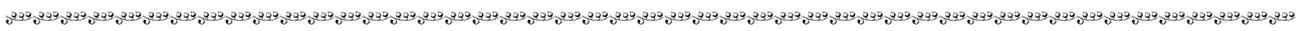
3) 针对充电区域设备布置紧凑、通道狭小等特点，采用分体空调机组接风管的方案，利用充电机和风管布置形成局部冷热通道的有效隔离，既保证了空调送风的均匀和有效利用，也确保了当个别空调机组发生故障后不会影响其它部分充电区域的正常工作。

4) 合理优化空调运行模式可以达到理想的节能效果。设计确定 AGV 电池更换站夏季空调制冷运行温度为 27~28 ℃，冬季供热运行温度设定为 15~20 ℃。为避免因运行人员误操作而产生的各种问题，采用远程集中控制，也从制度上得到了保障。

### 参考文献：

[1] GB 50736—2012 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范[S].  
 [2] 《全国民用建筑工程设计技术措施》编委会.《全国民用建筑工程设计技术措施》(暖通空调.动力)2009年版[M].北京:中国计划出版社,2009:55-100.  
 [3] GB/T 51077—2015 电动汽车电池更换站设计规范[S].

(本文编辑 武亚庆)



## · 消 息 ·

### 上航局获得两项发明专利授权

日前，上航局申请的两项发明专利通过国家知识产权局审查，获得授予发明专利权通知书。

一项专利为“一种在淤泥区铺设大型袋装砂被的施工方法”，该工艺采取“人工卷袋，分序充灌”的施工方法，大大提高了铺袋的精准度及施工效率，扩展了传统袋装砂的施工工艺。

另一项专利为“一种泥浆充填袋筑堤的施工设备及工艺”，该工艺采取“单独制浆，混合搅拌”的思路，实现了施工企业在袋装固化土方面的关键装备及施工工艺创新，对于提升施工效率具有显著作用。

[http://en.ccccltd.cn/ccccltd/news/jcxw/jx/201608/t20160830\\_51450.html](http://en.ccccltd.cn/ccccltd/news/jcxw/jx/201608/t20160830_51450.html) (2016-08-30)