

六轴双源制电力调车机车通风系统

苏天祺¹ 付瑜² 赵阳¹ 朱茂华² 高伟¹ 杜帅¹ 白志军¹

1. 陕西靖神铁路有限责任公司, 榆林 719054

2. 中车株洲电力机车有限公司, 株洲 41200

摘要: 六轴双源制电力调车机车是一种全新的铁路车辆。由于引入了牵引蓄电池作为其动力来源, 其设备组成与设备布置与现有的电力机车有很大的不同, 通风冷却系统作为电力机车中重要的辅助系统也会根据整车要求进行适应性改进。本文主要介绍六轴双源制电力调车机车的通风系统及其创新部分, 并对新型空调及风道系统及司机室舒适性措施进行说明。

关键词: 通风冷却系统; 新型空调及风道系统; 舒适性

Ventilation System of Six Axle Double Source Electric Shunting Locomotive

Tianqi Su¹ Yu Fu² Yang Zhao¹ Maohua Zhu² Wei Gao¹ Shuai Du¹ Zhijun Bai¹

1. Shaanxi Jingshen Railway Co., Ltd., Yulin 719054, China

2. CRRC Zhuzhou Locomotive Co., Ltd., Zhuzhou 412001, China

Abstract: Six axle double source electric shunting locomotive is a new type of railway vehicle. Due to the introduction of traction battery as its power source, its equipment composition and equipment layout are very different from existing electric locomotives. As an important auxiliary system in electric locomotives, the ventilation and cooling system will also be adaptively improved according to the requirements of the whole vehicle. This paper mainly introduces the ventilation system and its innovative part of six axle double source electric shunting locomotive, and explains the new air conditioning and air duct system and cab comfort measures.

Keywords: ventilation cooling system; new air conditioning and air duct system; comfort

1 调车机车通风系统

通风冷却系统是电力机车重要的辅助系统, 作用是对机车上需要进行通风冷却的发热电气部件和机械间进行强迫通风冷却, 以保证其正常工作和运行。双源制调车机车通风系统采用独立通风方式。

靖神双源制调车机车上需要进行通风冷却的主要部件

有牵引电机、油水散热器(牵引变压器油散热器和牵引变流器的纯水/防冻剂混合液散热器)、辅助变压器、压缩机等。通风系统支路主要包括牵引电机通风支路、冷却塔通风支路、辅助变压器柜通风支路、压缩机通风支路、机械间通风支路、空调通风支路。

通风系统示意图见图 1。

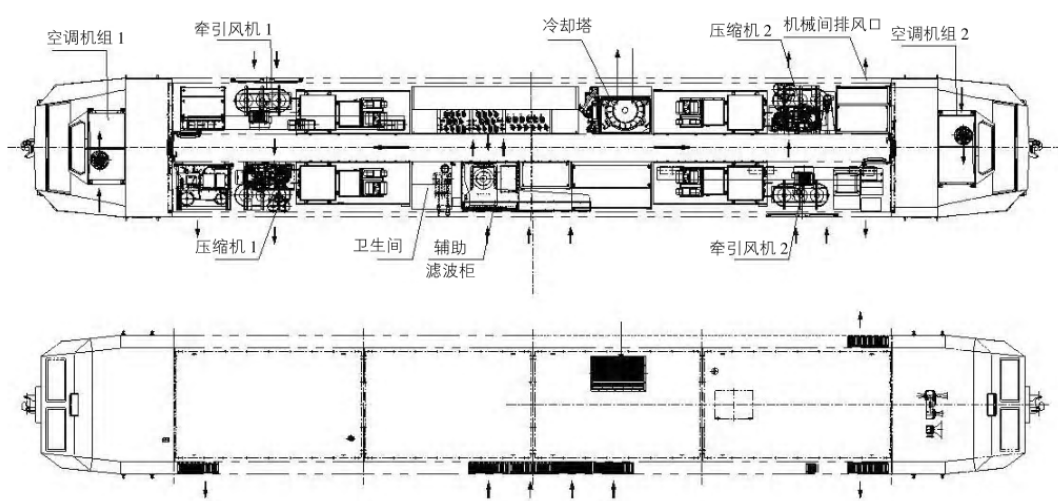


图 1 通风系统示意图

1.1 通风口说明

(1) 牵引电机通风支路进风口设计在车体侧墙上、辅助变压器柜通风支路的进风口设计在车体侧墙上的斜面处。牵引电机通风支路进风口处安装有 2 个进风口百叶窗，辅助变压器柜通风支路进风口处安装有 4 个进风口百叶窗。百叶窗为惯性过滤器，可以过滤掉空气中的大部分粉尘、雨、雪等杂物。牵引风机进风口百叶窗结构见图 2，辅助变压器柜进风口百叶窗结构见图 3。

(2) 机械间有 3 个排风口，排风口位置见图 1。机械间排风口设计在车体侧墙上的斜面处。百叶窗的通风量与机车压缩机的工作状态有关。

(3) 冷却塔的进风口设计在车体顶盖上，与冷却塔的位置相对应。进风口处安装有不锈钢编织网板压型的过滤网，可以有效防止空气中的树叶等物体进入冷却塔内。冷却塔过滤网见图 4。

1.2 牵引电机通风支路

牵引电机通风支路的作用是冷却牵引电机。每台风机对三台牵引电机进行强迫通风冷却，一台调车机车车共有 2 个牵引电机通风支路。环境冷风经侧墙百叶窗过滤，牵引风机增压，牵引风道分配后通过软风道从牵引电机非驱动端的风口进入，冷却牵引电机后从驱动端的排风口流出。牵引电机通风支路示意图见图 5。

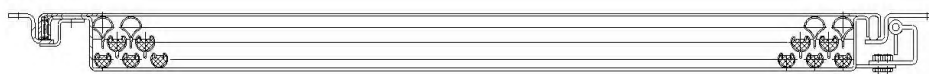


图 2 牵引风机进风口百叶窗

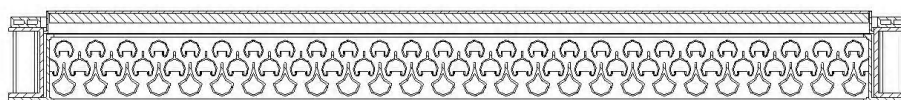


图 3 辅助变压器柜进风口百叶窗

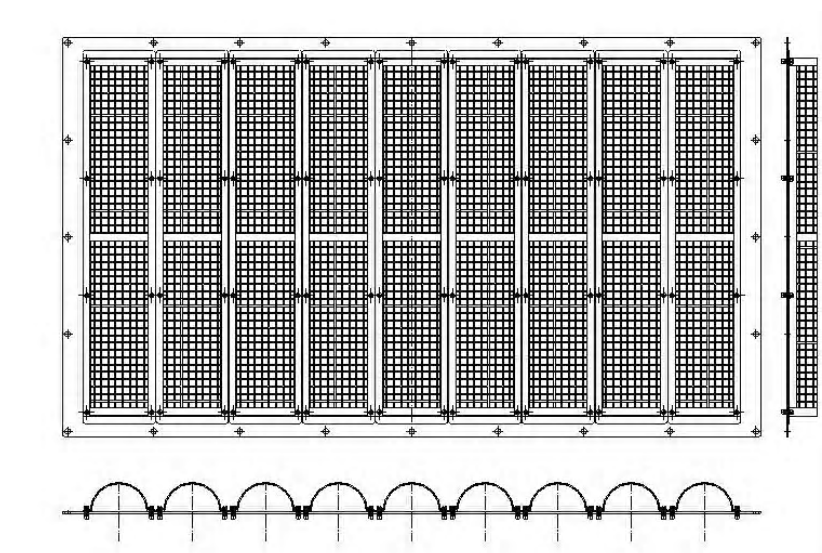


图 4 冷却塔过滤网

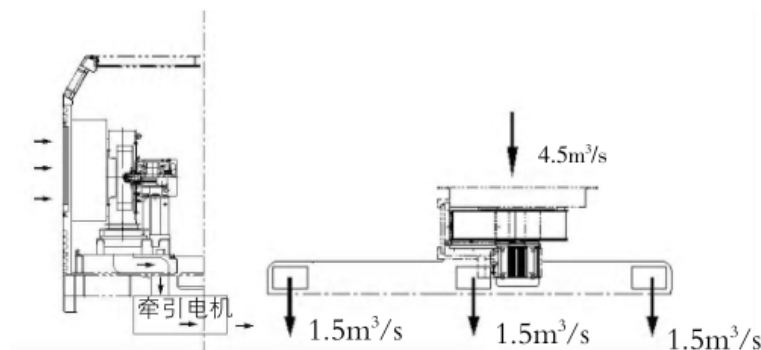


图 5 牵引电机通风支路

变流器为牵引风机提供变频、变压电源。机车控制系统根据牵引电机的温度、牵引变压器油冷却回路油温和牵引变流器柜水冷却回路水温，自动调节通风机的运行频率，使风量满足于牵引电机的冷却要求。

牵引风机主要技术参数见表 1。

表 1 牵引风机主要技术参数

风机型号	TLTF6.4
全压/(Pa)	4800
流量/(m³/s)	4.5
额定转速/(rpm)	1720
风机形式	离心式风机
额定功率/(kW)	35
额定频率/(Hz)	60

1.3 冷却塔通风支路

冷却塔通风支路的作用是冷却牵引变流器水 / 防冻液散热器和牵引变压器的油散热器组成的油水散热器。在冷却风机的作用下，冷却空气通过车顶进口处的过滤网进入，从冷却塔的顶部流向底部，经过冷却液 / 空气原油 / 空气双回路热交换器后，冷却系统的热量散发到环境空气中。一台调车机车有 1 个冷却塔通风支路，冷却塔通风支路示意图见图 6。

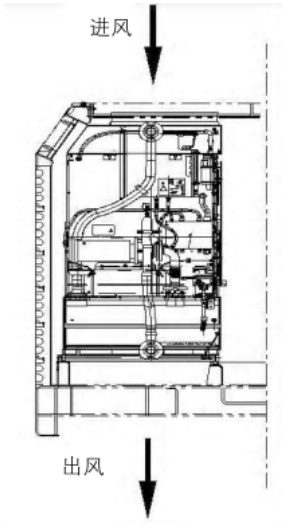


图 6 冷却塔通风支路

一台调车机车有 1 个冷却塔，带有膨胀水箱、副油箱和干燥器。冷却塔设计为双循环冷却系统，牵引变压器冷却环路和牵引变流器的冷却环路是分开的。冷却塔有系列的管网联接，并带有电动风机。整体的油水散热器由两个隔开的流体回路组成，一个空气隔离区贯穿整个散热器，这种方法可防止泄漏时两种冷却剂的接触。冷却塔系统示意图见图 7。

变流器为冷却塔风机提供变频、变压电源。机车控制系统根据牵引变压器油冷却回路油温和牵引变流器水冷却回路水温，自动调节通风机的运行频率，使风量满足于牵引变压器与牵引变流器的冷却要求。油泵与水泵保持恒定不变的速度运转。

冷却塔风机主要技术参数见表 2。

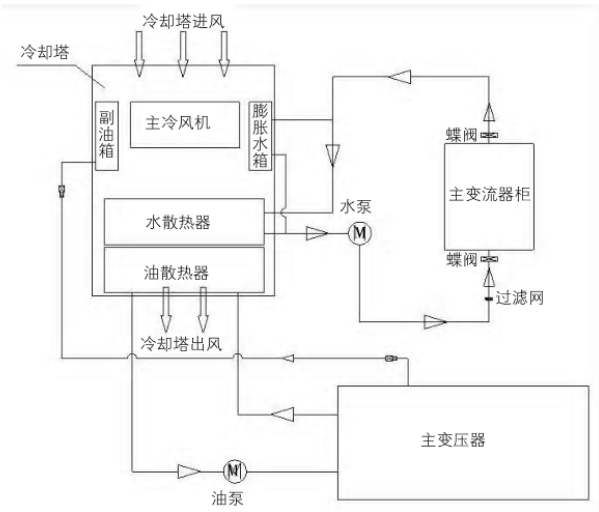


图 7 冷却塔系统示意图

表 2 冷却塔风机主要技术参数

风机型号	CAF-868-560-XVI
静压/(Pa)	1180
流量/(m³/s)	9
额定转速/(rpm)	1760
风机形式	轴流式风机
额定功率/(kW)	18
额定频率/(Hz)	60

1.4 辅助变压器柜通风支路

辅助变压器柜通风支路的作用是冷却辅助变压器和机械间，维持机械间正压。调车机车有 1 个辅助变压器柜通风支路，辅助变压器柜通风支路示意图见图 8。

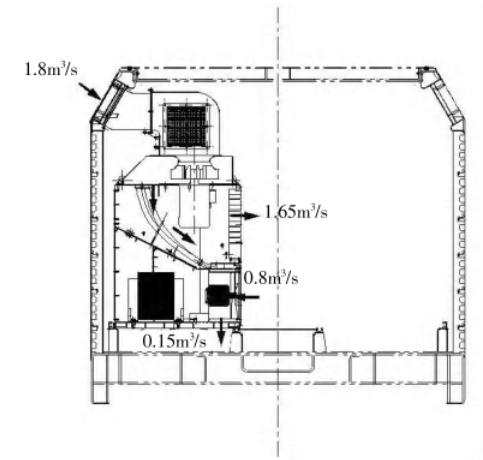


图 8 辅助变压器柜通风支路

辅助变压器柜体上部装有 1 台离心风机，下部装有 1 台轴流风机，柜体内部装有 2 台辅助变压器。电气部件安装在柜体内部的端子盒中，辅助变压器柜采用双层通风结构。

辅助变压器柜通风支路由两条通风支路组成：机械间通风支路和辅助变压器通风散热支路，冷却原理见图 8。

辅助变压器通风采用机械间内循环,机械间内空气(约 $0.8\text{m}^3/\text{s}$)由辅变风机吸入,冷却辅助变压器后排到机械间。

调车机车正常运行时机械间通风:冷空气(约 $1.8\text{m}^3/\text{s}$)从机车外部通过百叶窗过滤器由辅变柜风机吸入风道,约 $1.65\text{m}^3/\text{s}$ 的空气经过旋风除尘器过滤后进入机械间,约 $0.15\text{m}^3/\text{s}$ 的空气经车体底架排灰口排出车外。

辅助变压器柜风机主要技术参数见表 3。

表 3 辅助变压器柜风机主要技术参数

风机型号	TLTF4.1R
全压/(Pa)	1000
流量/(m^3/s)	1.8
额定转速/(rpm)	1450
风机形式	离心式风机
额定功率/(kW)	6
额定频率/(Hz)	60

1.5 压缩机通风支路

压缩机通风支路的作用是冷却压缩机散热器,一台调车机车有 2 个压缩机通风支路。压缩机散热风扇从机械间吸入冷空气,冷却压缩机散热器后通过压缩机风道排至车外。压缩机通风支路示意图见图 9。

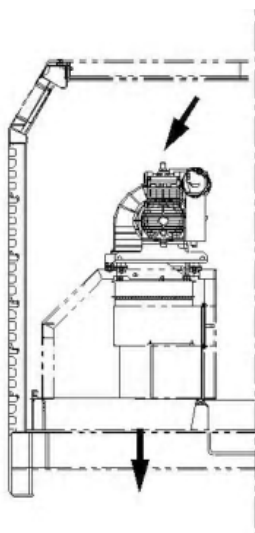


图 9 压缩机通风支路

1.6 机械间通风支路

机械间通风支路的作用是用来冷却机械间空气温度,并维持机械间正压,见图 1。机械间正压可以有效防止车外灰尘、雨雪等杂物进入车内。约 $1.65\text{m}^3/\text{s}$ 的车外冷却空气通过辅助变压器柜进入机械间,吸收机械间热量后,经机械间排风口和压缩机散热排风口排出车外。机械间内保持微正压约 $50\sim 150\text{Pa}$ 。

1.7 过滤装置

1.7.1 牵引电机通风支路过滤

牵引通风支路采用进风口百叶窗过滤(惯性过滤器)。百叶窗外形见图 10,内部过滤结构见图 11。

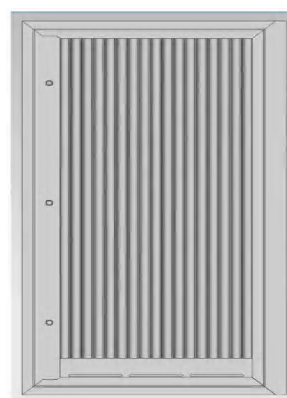


图 10 牵引风机进风口百叶窗

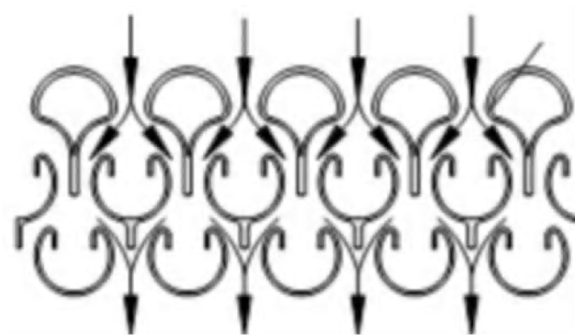


图 11 进风口百叶窗过滤结构

1.7.2 冷却塔通风支路过滤

冷却塔通风支路采用半圆形 17 目不锈钢丝过滤网,网格为 1mm 伊 1mm ,见图 12。

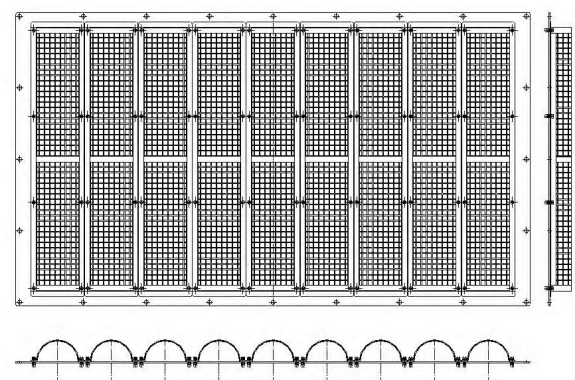


图 12 冷却塔过滤网

1.7.3 机械间通风支路过滤

机械间通风系统采用三级过滤除尘。一级过滤为百叶窗(惯性过滤器),二级过滤为破孔聚氨酯泡沫,三级过滤为旋风除尘器。一级、二级过滤集成在百叶窗过滤器内,过滤器采用铰链结构,朝外部打开后,过滤棉可以直接取出清洗或更换。百叶窗过滤器和旋风除尘器具有自动排灰功能,不需要定期清洗维护。百叶窗过滤器见图 13,旋风除尘器见图 14。

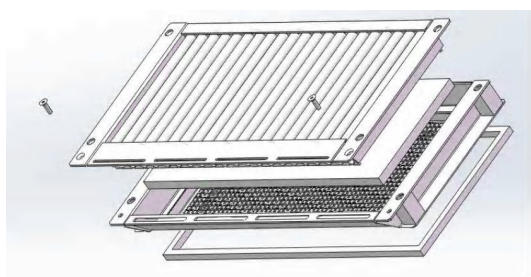


图 13 百叶窗过滤器

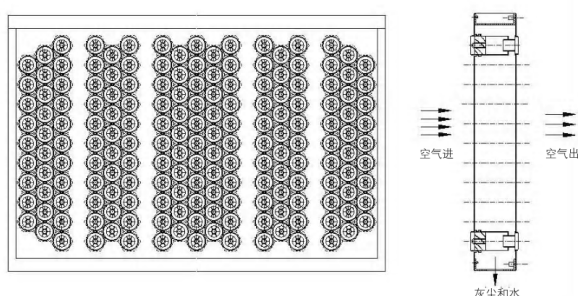


图 14 旋风除尘器

2 司机室空调通风系统

司机室空调系统的作用是通过空调系统的运行，使司机室达到合适的温度，并通过过滤装置，提高司机室的空气洁净度，改善司机室的环境，给司乘人员舒适的人工环境。

空调机组位于调车机车司机室车顶。空调通风支路有两个独立的空气支路：空气处理支路和压缩冷凝支路，即通常所说的室内空气循环和室外空气循环。空调通风支路示意图如图 15 所示。

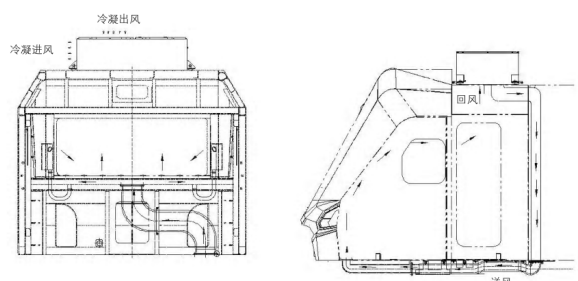


图 15 空调通风支路示意图

2.1 室内空气循环

空调送风通过送风口送入司机室，用来调节司机室内温度。为合理组织室内空气流动，室内送风口采用分布式布置，均匀布置在前窗玻璃与操纵台之间（正副司机侧）以及司机室前端左右侧梁处，送风口均可开关。回风口布置在司机室车顶。在空调机组的侧面设有一个新风进口，室外新风通过该进口进入蒸发室。

2.2 室外空气循环

室外空气循环的空气从机组侧面进入，首先经过空调冷凝器，吸收冷凝器的热量，然后进入冷凝室，吸收压缩机的热量，再由冷凝风机加压后，从机组上部排出。

3 主要技术特点

3.1 一拖三牵引通风系统

六轴双源制调车机车使用了蓄电池作为动力来源之一。为保证调车机车续航能力，蓄电池组需占用大量机械间空间。若牵引通风系统沿用原六轴电力机车为每台牵引电机配备一台牵引通风机，将占用大量机械间空间影响机车续航能力。因此，原六轴电力机车使用的一拖一式牵引通风系统已不再适用于该车。为解决此问题，本机车采用了一拖三式牵引通风系统，每台牵引风机同时为三台牵引电机提供冷却风量。这样可以大大提高机车机械间的空间利用率，在满足牵引电机冷却风量的前提下节省大量空间给其他设备。同时，经过仿真优化的风道系统阻力较低，这降低了牵引通风系统的负载，实现了对能源的节约。

3.2 顶置空调系统

原机车空调系统成熟方案为空调机组位于机械间内，通过风道将新鲜空气送入司机室。本项目为节省机械间空间，将空调机组改为了顶置式，并通过三段风道将新鲜空气送入司机室。风道过长会使得送风阻力增大，影响送风量。为了解决该问题，空调机组首次引入了无蜗壳后离心送风机。这种风机静压大，噪声低，能在送风阻力增大的情况下保证司机室的送风量，同时将司机室噪声维持在原有水准，为司乘人员提供了舒适的工作环境。

4 结论

六轴双源制电力调车机车通风系统设计合理，能在良好满足各部件通风冷却要求与司乘人员舒适度的前提下充分节省机械间空间，提高机车的空间利用率，是一种值得推广的设计理念。

参考文献：

- [1] 肖云华.和谐 HX_{D1} 型大功率交流电力机车通风系统[J].电力机车与城轨车辆,2007(01):23-25,59.
- [2] 赵江农,齐斌,费宝玲.HX_{D1B} 型大功率交流传动电力机车通风系统[J].电力机车与城轨车辆,2011,34(06):18-20,31.
- [3] 刘智远,朱颖谋,毛业军,等.多出风口牵引风道流场仿真及结构优化设计研究[J].技术与市场,2021,28(05):26-29.

作者简介：苏天祺（1985-），男，内蒙古巴彦淖尔人，本科，高级工程师，2008年毕业于兰州交通大学车辆工程专业，长期从事铁路机车运用与检修技术管理工作。