

## 摘 要

韶山 4 型是按照铁道部“高速、重载”运输政策,于 1985 年研制成功的重载货运八轴电力机车,是我国第三代电力机车的领头产品,担当着侯月、宝成、大秦等线铁路运输的重任。做好 SS4 电力机车(1-158 号)大修改造既是保证铁路运输安全、可靠的需要,也是太原机车车辆厂继续开拓电力机车检修市场的良好机遇。

本文研究了韶山 4 型电力机车设计制造的历史过程,及 SS4 小号机车质量现状,对 SS4 小号机车现存的技术质量问题进行认真分析,结合铁道部和机务段运用部门意见,提出了 SS4 小号机车大修改造设计方案。即:借鉴 SS4 改进型定型车的成熟技术对 SS4 小号机车进行大修加改造设计,通过改造使 SS4 小号机车向 SS4 改进型机车简统,提高整车性能和运用可靠性;克服 SS4 小号机车设计不足,解决运用中出现的惯性问题,使 SS4 整车设备布置和电气控制更加合理,通风系统性能进一步改善,方便机务段使用和维护。

本文从机车总体开始,按机车设备布置、车体、变压器等大部件分类,就机车原始现状、改进内容、解决方案逐项进行了分析论证,并通过机车重量分配分析,确定并验证各部位大修改造方案。

**关键词:** 电力机车 大修 改造 设计

## Abstract

Model SS4 Electric Locomotive is a kind of over-loading freight wagon with 8 axles that successfully developed in 1985 according to the Ministry of Railway transportation policy of high speed, over-loading. It is the leading product among the third generation electric locomotives to carry the transportation duty on Houyue, Baocheng, Daqin railway lines. So accomplishing the overhauling task of SS4 (No.1-158) is the need to ensure railway transportation safety, on schedule, credibility and is also an opportunity for Taiyuan Loco & Rolling-stock Works to expand its market, increasing market share in locomotive overhauling.

In this paper, I do some research on the history of SS4 Electric Locomotive design and manufacturing and the present quality status of SS4 (No.1-158) Electric Locomotive. On this basis to analyze the technology and quality problems of SS4 (No.1-158) Electric Locomotive and combine with the opinions of the Ministry of Railway and the customers in some locomotive depots to give the renovation design scheme. The scheme is to use mature technology of improved and finalized SS4 locomotive for reference to carry out overhauling design for SS4 (No.1-158) Electric Locomotive. As a result we will make SS4 (No.1-158) Electric Locomotive approach to SS4 Electric Locomotive and improve its performance and operating reliability,

overcome its design shortage and resolve some problems appeared frequently in operation. So the equipment arrangement and electric control system of the SS4 (No.1-158) Electric Locomotive became more reasonable. The ventilation system performance has been improved. So it is easy to be used and maintained for the locomotive depots.

This paper analyzes and demonstrates the origin status of the locomotive, renovation projects and resolving scheme starting from the locomotive general arrangement and according to the assort of the main parts such as equipment arrangement, car body, transformer, etc. And it also establishes all main parts overhauling scheme through locomotive axle weight distribution analysis and calculation.

Key words: electric locomotive, overhauling, renovation, design

## 第一章 绪 论

### 1.1 选题背景

韶山 4 型电力机车, 是株洲电力机车厂和株洲电力机车研究所共同开发的第一代八轴重载牵引货运机车。自投产开始, 由于受当时技术条件限制, 再加上机车设计制造方面的不足, 韶山 4 型电力机车(1—158 号) (以下简称 SS4 小号机车) 在运用中暴露出一些质量问题, 给运用部门使用和维修带来一定的困难。

运行在宝鸡西段、新丰镇段、新乡段、江岸段等机务段的 156 台 SS4 小号机车, 部分已接近大修期。宝鸡段和本厂积极联系合作调研 SS4 机车大修事宜。如何确定大修改造方案, 并争取大修机车就变得相当重要。通过走访宝鸡西机务段、侯马北机务段, 并参阅有关韶山 4 型电力机车技术资料, 初步掌握了 SS4 小号机车现状和需改进情况。

### 1.2 韶山 4 型电力机车的现状

韶山 4 型电力机车是按照铁道部科技政策“重载、高速”而研制的机车。其发展历程包含 SS4 小号机车和韶山 4 型改进型机车(简称 SS4G 机车)两个阶段。在 SS4 小号机车开发、运用阶段中, 机车设计制造中采用大量新技术, 在 2(B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>) 轴列、B<sub>0</sub>转向架、低位牵引装置以及相控调压、加馈电阻制动、800kw 牵引电机等方面填补了国内空白, 为第三代机车的开创和完善起到了先行作用。但由于大量新技术是第一次应用, 加上经验不足和相关技术配套

有差距，SS4 小号机车在质量、可靠性方面出现了较多问题，严重影响机车正常运行。在韶山 4 型机车重大设计改进阶段中，九十年代初通过制造厂、运用部门对该型机车进行攻关和验证，使 SS4 机车性能和质量得到了提高和稳定。株洲厂在总结 SS4 机车质量攻关经验的基础上，并通过消化、吸收 8K、8G 等国外进口机车先进技术，对 SS4159 号开始的 SS4 型机车做了重大的设计改进，使其性能更完善，质量更高，可靠性更好，这就是我们所称的 SS4G 机车。随着铁路形势的发展，“重载”已作为“九五”铁路发展的重点，SS4G 机车成为我国主要干线的主型货运电力机车，在货物铁路运输中发挥着重要作用。

SS4 小号机车的设计制造由于受到当时技术条件限制，机车控制系统繁杂，故障率高，元器件可靠性差，硅整流冷风机故障率高，质量差，直接影响到机车工作稳定性和可靠性，机车设备布局杂乱等等，给运用段使用和维修带来诸多困难。对此，我厂针对郑州局向铁道部运输局提出的“对 SS4 小号机车向 SS4G 机车进行简统改造”的设想，以我厂为主完成 SS4 小号机车大修加总体改造方案设计，总体设计原则即对 SS4 小号机车以改造整体布局、改善通风系统为重点进行改造，以提高 SS4 小号机车整体性能，方便机车使用和维修。

### 1.3 选题意义及主要研究内容

SS4 小号机车大修加改造价格为 450 万元左右，1999 年底 SS4 小号机车到大修期，因此，2000 年初 SS4 小号机车开始大修并逐渐形成批量。SS4 小

号机车大修改造还会带动牵引电机、主变压器、各电气柜等大部件开发，为工厂带来客观的经济效益和社会效益。

SS4 小号机车向 SS4G 机车简统改造涉及到机车设备布置、车体、变压器等部分，可谓“二次再造”，它的开发设计将为本厂开发韶山系列机车积累更多的经验，也会使本厂技术人员、工人的业务素质得到大幅度提升。同时，大修加改造 SS4 小号机车既为今后检修 SS4G 机车打下坚实的基础，又进一步巩固了工厂电力机车检修领先地位。

SS4 小号机车大修改造的主要研究内容：

### 1. 机车设备布置

- (1) 司机室设备布置改造；
- (2) I、II 端辅助室设备布置改造；
- (3) I、II 端高压室设备布置改造；
- (4) 采用顶置式制冷空调和新型空调电源改造方案；
- (5) 主变压器冷却系统改造；
- (6) 主风缸、蓄电池柜安装简统改造方案；
- (7) 加装网侧电压互感器、高压隔离开关后车顶设备布置改造。

### 2. 车体

- (1) 司机室设备骨架、后墙柜、隔墙改造；
- (2) 为满足各室设备布置改造需要，台架、各室骨架与门、天花板改造方案；

- (3) 加装顶置式空调装置, 对司机室顶改造方案;
- (4) 为满足各室设备布置、车顶设备布置需要, 对各室顶盖改造方案;
- (5) 主风缸、蓄电池柜安装筒统改造, 对底架改造方案。

### 3. 主变压器大修改造

- (1) 冷却系统改造, 对下油箱改造方案。

### 4. 机车重量分配分析及轴重称重验证

#### 1.4 本章小结

本章简述了韶山 4 型机车的设计制造过程、质量现状、选题意义及 SS4 小号机车大修改造的主要研究内容, 完成以下工作:

1、通过对 SS4 小号机车存在的技术质量问题的分析, 提出 SS4 小号机车大修加改造总体设想。

2、扼要介绍 SS4 小号机车大修改造的主要研究内容。

## 第二章 SS4 小号机车总体改造方案

### 2.1 改造设计思路

根据 SS4 小号机车在运用中暴露的技术质量问题, 结合运用段提出的改进意见, 借鉴 SS4G 机车的成熟经验, 决定对 SS4 小号机车进行大修加改造设计。通过改造使 SS4 小号机车向 SS4G 机车简统, 提高整体性能和运用可靠性, 通过改造解决 SS4 小号机车设计不足带来的技术质量问题, 使 SS4 小号机车整体设备布置和电气控制更加合理, 通风系统性能得以改善, 方便运用段使用与维护。

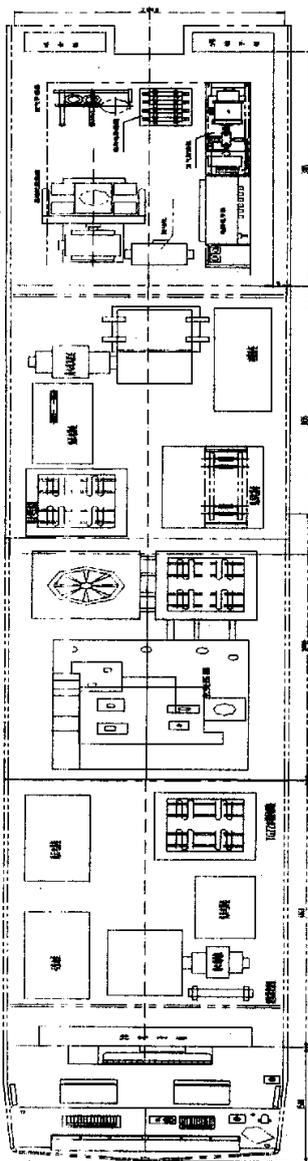
### 2.2 总体改造方案

#### 1 总体设备布置

根据用户要求, SS4 小号机车设备布置改造以 SS4G 机车总体布局为原则, 向 159 号以后机车简统。SS4 小号机车改造后总体设备布置图见图 2-1。详细情况说明如下:

- (1) 司机室、辅助室、高压室、变压器室设备布置向 SS4G 机车简统; 蓄电池组移至车下变压器两侧安装, 空气干燥器由变压器室调整至辅助室尾端。
- (2) 车顶设备布置采用 SS4G 机车布置方式。
- (3) 通风系统采用 SS4G 机车集中通风方式。
- (4) 采用顶置式制冷空调和新型空调电源。
- (4) 采用顶置式制冷空调和新型空调电源。

图 2-1 SS4 小号改造车总体设备布置



## 2 主辅控电路

- (1) 电气屏柜简统改造，以满足机车总体设备布置改造的需要。
- (2) 调整主变压器平波电抗器安装方式和冷却装置。
- (3) 在受电弓与主断路器之间设置网侧电压互感器、高压隔离开关。

## 3 车体

为满足 SS4 小号机车设备布置、车顶设备布置改造的需要，需对司机室、辅助室、高压室、变压器室、车顶、台架及各室骨架、底架等进行改造。缓冲器采用 ST-J 型机车专用缓冲器。

## 4 空气管路系统

SS4 小号机车管路布置根据总体布置要求改造。气阀柜加装空电联合制动装置；主风缸安装方式采用 SS4G 机车安装方式。

### 2.3 技术条件

#### 1 用途及使用环境条件

- (1) 用途：铁路干线牵引客货列车。
- (2) 机车在下列使用环境条件下，应能按额定功率正常工作。
  - ① 海拔不超过 1200m；
  - ② 周围空气温度（遮阴处）在 $-25^{\circ}\text{C}$ 至 $+40^{\circ}\text{C}$ 之间；
  - ③ 最湿月月平均相对湿度不大于 90%（该月月平均最低温度为 $+25^{\circ}\text{C}$ ）。
- (3) 机车应能承受大风、砂、雨、雪的侵袭。

#### 2 基本要求

- (1) 轨距 1435mm。
- (2) 轴式 2 (B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>)；(每个 B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> 可以独立运行)。
- (3) 轴重 23t
- (4) 持续制功率：6400kw。
- (5) 电流制：单相工频交流。
- (6) 工作电压：额定值 29KV；最大值：29 KV；最小值 20KV；故障值：19KV。
- (7) 机车整备重量：2×92±<sup>3</sup>,t。
- (8) 轮周牵引力
  - ① 起动牵引力 (半磨耗轮)：628KN；
  - ② 持续制牵引力 (半磨耗轮)：436.5KN；
  - ③ 磁场削弱级：三级。
- (9) 电制动方式：加馈电阻制动。
- (10) 调压方式：不等分三段半控桥晶闸管相控调压。
- (11) 供电方式：转向架独立供电。
- (12) 磁场削弱：III级磁场削弱。
- (13) 控制方式：特性控制 (恒流准恒速)。
- (14) 传动方式：双侧刚性斜齿轮。
- (15) 悬挂方式：抽轴式半悬挂。
- (16) 机车能够以 5km/h 速度安全通过半径为 125m 的曲线，并能在半径 250m 的曲线上进行摘挂作业。

(17) 机车在受电弓降下时，在平直道上其外限尺寸应符合 GB146.1-83《机车车辆限界》的要求。

(18) 机车司机室应符合 GB/T3450-1994《铁路机车司机室噪声允许值》和 GB/6770-2000《机车司机室特殊安全规则》的有关要求。

(19) 机车能进行双机重联牵引。

(20) 机车速度

① 持续制：51.5km/h（半磨耗轮）；

② 最大速度：100km/h。

(21) 机车主要尺寸：

① 车钩中心线间距  $2 \times 16416\text{mm}$ ；

② 车钩中心线距轨面高  $880 \pm 10\text{mm}$ ；

③ 车体底架长度  $15200\text{mm}$ ；

④ 车体宽度  $3100\text{mm}$ ；

⑤ 机车落弓时最高点距轨面高  $4725\text{mm}$ ；

⑥ 每节车转向架中心距  $8200\text{mm}$ （单节车）；

⑦ 全轴距  $11200\text{mm}$ （单节车）；

⑧ 转向架轴距  $3000\text{mm}$ ；

⑨ 齿轮箱底部最低位置距轨面高度不小于  $110\text{mm}$ （新轨）；

⑩ 受电弓距轨面高  $5200-6500\text{mm}$ 。

### 3 改造设计目标

(1) 通过改造使 SS4 小号机车向 SS4G 机车简统, 提高运用可靠性, 基本性能达到 SS4G 机车的水平。

(2) 通过改造, 克服 SS4 小号机车设计不足, 解决运用中出现的惯性问题, 使整体布局合理, 改善通风系统性能, 方便机务段使用和维护。

#### 4 各部位详细说明

##### (1) 主电路

主电路原理和布线图是以 SS4 和 SS4G 机车为基础, 并吸收了 8K 和 6K 机车的一些先进技术而设计的。

##### ① 整流调压电路

三段不等分半控调压整流电路; 每节车由两套独立单元组成。

##### ② 供电方式

转向架独立供电, 即一组整流器对同一转向架的两台电机并联供电。

##### ③ 电压调节和磁场削弱

电压调节采用三段半控桥相控整流无级调速;

磁场削弱采用固定分路电阻三级调节。

##### ④ 主传动方式

全车采用 8 台 ZD105 型串励脉流电动机, 电机为全叠片结构, 功率 800KW, 电机调速采用端电压无级调速和 III 级磁场削弱方式调速。

##### ⑤ 制动方式

采用加馈电阻制动, 确保在低速区有较大制动力。

⑥ 采用新型金属氧化物避雷器，抑制操作过电压和雷击过电压。

⑦ 在受电弓与主断路器之间加装网侧电压互感器、高压隔离开关，便于司机在司机室掌握受电弓的升降状况和网压的大小，并在受电弓发生故障，可通过受电弓隔离开关进行故障隔离，维持机车运行。

⑧ 接地保护采用双接地继电器保护，即每个转向架各接一台接地继电器，便于判别，查找接地故障。

⑨ 阻容柜改造

## (2) 控制电路

控制电路原理和布线图按 SS4G 机车图纸简统。

① 主司机控制器采用 TKS14 型，调车控制器采用 TKS15A 型，电空制动控制器采用 TKS22-5/10 型。

② 用电子控制柜替代原牵引控制柜、制动控制柜和防空转控制箱，并增加空电联合制动控制功能。

③ 电源柜、高低压电器柜向 SS4G 机车简统。

④ 端子柜采用 SS4G 机车安装方式。

⑤ 双机之间和多机之间的重联插头向 SS4G 机车简统。

## (3) 辅助电路

① 劈相机用 YPX-280M(380V, 57KW) 代替 YPX2-280M(380V, 34KVA)。

② 采用集中通风方式，取消整流装置专用通风的 12 台硅风机，以节省能量，减少通风系统的故障。

- ③ 辅机过载保护采用自动开关替代电子式辅机过流保护装置。
- ④ 司机室顶部预留顶置式空调安装位置。
- ⑤ 蓄电池集中车下放置。

#### (4)主变压器改造

- ① 改变平波电抗器安装方式和冷却装置（采用 STD- SS4-2 型主变冷却器和 SS4G 机车主变压器轴流通风机）。
- ② 对箱体主要是下油箱进行改造，并向 SS4G 机车简统。

#### (5) 车体

为满足 SS4 小号机车设备布置改动的需要，需对司机室、辅助室（I、II 端）、高压室（I、II 端）、变压器室、车顶、台架、底架等进行改造。

- ① 车体台架改造；
- ② 司机室骨架、设备骨架、隔墙改造。
- ③ 车体底架改造；
- ④ 车顶各小顶盖改造；
- ⑤ 司机室顶加装空调改造；
- ⑥ 辅助室、高压室设备安装座改造；
- ⑦ 各室门、骨架改造；
- ⑧ 车钩采用下作用式车钩；车钩型号：TB1595 内燃、电力机车车钩（下作用式，C 级钢）；
- ⑨ 缓冲器采用 ST-J 型机车专用缓冲器；

⑩ 侧墙过滤器采用无纺棉材料滤尘网。

(6) 转向架

① 轴式  $B_0-B_0$

② 传动方式

轮对电机采用双侧刚性斜齿轮传动方式；

齿轮传动比： $88/21=4.19$ 。

③ 轮对型式

铸钢箱形辐板式轮心，轮箍加扣环。采用低碳钢焊接齿轮箱。

④ 轴箱

型式：无导框弹性拉杆定位。

轴箱轴承：采用单列向心短圆柱滚子轴承（552732QT, 752732QTK），轴箱单边横动量 0.75mm，轴承温升不得超过 45℃。

⑤ 悬挂系统

一系悬挂螺旋钢弹簧与弹性定位的独立悬挂结构，钢弹簧静态挠度 139mm。

二系悬挂金属夹层橡胶堆加横向油压减震器和摩擦减震器的悬挂结构，静态挠度为 6mm。

⑥ 电机悬挂：抱轴式半悬挂。

⑦ 牵引装置采用平牵引拉杆牵引装置。

⑧ 基础制动：单制动，每个转向架采用 4 台单元独立制动器，具有闸瓦

间隙自动调整功能；采用高摩合成闸瓦，每轮闸瓦数为 2 块。

#### (7) 机车设备布置

机车设备布置向 SS4G 机车简统。即对司机室、I 端辅助室及高压室、变压器室、II 端高压室、II 端辅助室设备布置、车顶设备布置进行改造。

##### ① 司机室设备布置

SS4 小号机车司机室操纵台、劳卫设施、后墙柜安装设备与 SS4G 机车有很大不同。改造为：主台新增三块电表（二块电流表、一块电压表），使用的电表型号为 YS-3 型圆弧型双针槽型电表，并且加装空电恢复按钮和指示灯；主、副台显示屏为直接中文显示；后墙信号柜安设数字化通用机车信号柜机、数模转换盒、列车运行监控记录装置、热风机，空调装置改为顶置式制冷空调。

##### ② I 端辅助室、高压室设备布置

SS4 小号机车 I 端辅助室分别安装牵引控制柜、电源柜、空调室外机；高压室分别安装硅整流装置（包括整流柜、风柜及三台轴流风机）、高压电器柜、制动电阻柜（包括电阻柜与轴流风机）、牵引风机组及制动控制柜。

改造为：I 端辅助室、高压室合并为 I 端电器室，后墙原空调室外机位置安装一号端子柜，端子柜后增设一横向走廊，电源柜移至 II 端辅助室，复轨器安装在牵引风机靠走廊侧，离心通风机安装在风道上安装座上，制动电阻柜（TGZZ8）、低压电器柜移至原硅整流柜位置，硅整流柜移至右侧走廊原高压电器柜位置，高压电器柜移至原制动电阻柜位置。

### ③ 变压器室设备布置

SS4 小号机车变压器室的平面为变压器所独有，其它设备、器件都以变压器为支撑安装，各设备母线在地面安装后整体吊装。其中，平波电抗器与主变压器共用油箱，阻容电器柜安装在副油箱上，空气干燥器安装在油泵上方。

改造为：采用新型铝合金冷却器取代油散热器，空气干燥器移至Ⅱ端辅助室，在储油柜上增设阻容柜。

### ④ Ⅱ端高压室（电器室）设备布置

SS4 小号机车Ⅱ端高压室设备布置同Ⅰ端高压室基本相同，呈斜对称状，不同之处Ⅱ端高压室独有蓄电池柜。

改造为：Ⅱ端电器室设备布置中制动电阻柜、高低压电器柜、牵引通风机、硅整流柜同Ⅰ端电器室呈斜对称布置。

### ⑤ Ⅱ端辅助室设备布置

SS4 小号机车Ⅱ端辅助室分别安装劈相机、空气制动气阀柜、主压缩机组、低压电器柜、重联端子柜及工具柜、“三大件”信号柜。

改造为：低压电器柜（Ⅰ、Ⅱ）分别移至Ⅰ、Ⅱ端电器室，安装空气干燥器、起动电容柜、空气管路柜，尾部右侧信号柜移至司机室后墙，原位置改装综合柜（柜顶上安装有轮缘润滑控制器和电阻制动记录仪），尾部左侧安装二号端子柜，原空气制动气阀柜安装位置安装电源柜（含电子控制箱和DC110 电源柜），劈相机从原位置向中移动，原主压缩机组位置安装空气压缩

机。

### ⑥ 车顶设备布置

车顶导电杆支持瓷瓶采用硅橡胶绝缘子，避雷器采用新型金属氧化物避雷器 5F。

主电路需在受电弓与主断路器之间加装高压隔离开关、网侧电压互感器，对电流互感器传感器的安装位置进行调整。

采用新型空调装置。

### ⑦ 空气管路系统

a. 空气管路柜加装空电联合制动装置、逻辑控制单元 (DKL)；

b. 主风缸安装采用 SS4G 机车安装方式；

## 5 保护装置及安全设施

### (1) 主电路的保护装置

主电路设有网侧短路保护、次边牵引绕组短路保护、牵引电机过载保护、网侧过电压和接地保护。

### (2) 控制电路的保护装置

改造后所有控制电路通过与各自的电路相匹配的单极自动开关进行过流保护。

### (3) 辅助电路的保护装置

辅助电路设有过电压、过电流、接地、零压及过载保护。

### (4) 主变压器冷却器故障保护装置

主变压器冷却器通过一个油流继电器保护控制油泵的正常运行。

(5) 牵引电动机、主整流器通风系统的保护装置。

每一台转向架上的牵引电动机和主整流器空气冷却系统由一个风速继电器进行保护。

每一根轴的速度由一个光电式速度传感器进行检测。

## 2.4 本章小结

本章研究了 SS4 小号机车大修改造的项目设计思路和总体设计方案，完成了以下工作：

- 1、根据项目设计思路提出了总体改造方案。
- 2、对 SS4 小号机车大修改造的具体改造进行了分类和介绍。
- 3、对 SS4 小号机车大修改造主要技术参数进行了介绍。

## 第三章 SS4 小号机车设备布置大修改造设计

### 3.1 改造设计原则和目标

SS4 小号机车设备布置的改造原则是对 1-158 号机车设备布置向 SS4G 机车简统改造。

根据以上原则，我们确定如下改造目标：

- 1、顶置式空调和新型空调电源，对车顶和车内进行改造。
- 2、车顶加装网侧电压互感器、高压隔离开关，车顶瓷瓶采用硅橡胶绝缘子，避雷器采用金属氧化物避雷器，对车顶设备布置进行改造。
- 3、制动系统加装逻辑控制单元 DKL，对空气管路柜进行改造。
- 4、根据 SS4G 机车控制系统、电器及电线路的改变情况对司机室、I 端辅助室及高压室、变压器室、II 端高压室、II 端辅助室设备安装进行调整。

### 3.2 改造设计分析

- 1、制动系统加装 DKL 的目的是将有触点电器改为无触点电器，提高机车控制系统可靠性。经实际测量和分析，空气管路柜按 DKL 安装尺寸改造后，可以满足要求。据此，我们确定了相应改造方案。
- 2、司机室、辅助室、高压室、变压器室及车顶设备布置改造所带来的难题是需要对车体司机室及后墙、台架、底架变压器梁、司机室顶盖及各室顶盖、各室门及骨架进行大的改造。这些改造内容我们依据“保证机车简统和重量分配均衡原则”确定相应改造方案。需新制司机室设备骨架、后墙柜、台架、

各室顶盖、各室门及骨架，并按改造方案组装、焊接。此外，在解体组焊台架、各室门及骨架等部件中要考虑采取措施保证底架挠度，控制在设计范围（4-8mm）。

### 3.3 改造设计方案详细说明

#### 1、SS4 小号改造机车总体布置

SS4 小号改造机车总体布置仍保持韶山系列电力机车的传统布置方式，即双边纵向走廊、各设备采用斜对称布置。但机车实际布置并不是完全的斜对称，其中 I、II 端辅助室、电器室设备布置不尽相同。

SS4 小号改造机车为使设备布局合理，减少占用空间，尽量合并机车的电器柜。例如：将牵引控制柜、制动控制柜、防空转控制箱合并为电子控制柜；通风系统由独立通风方式改为集中通风方式，将 12 台 3KW 硅风机取消，采用 2 套硅整流装置，主变压器和平波电抗器置于同一油箱内，等等。

车体仍采用小顶盖结构，和 SS4G 机车一样采用预布线工艺，主电路、辅助电路电缆布在台架下，控制电路电缆布在走廊上部的顶板上，使高、低压布线分开布置。

车内布置包括司机室设备安装、I 端电器室设备安装、变压器室设备安装、II 端电器室设备安装、II 端辅助室设备安装、主电路、辅助电路、控制电路、空调布线等；车体底架下布置包括辅助设备安装。由于 SS4G 机车设备布置同 SS4 小号机车设备布置相比变动较大。本次大修改造主要是对司机室设备安装、I 端辅助室及高压室设备安装、变压器室设备安装、II 端高压室

设备安装、II端辅助室设备安装、底架辅助设备安装、车顶设备安装向SS4G机车靠拢。

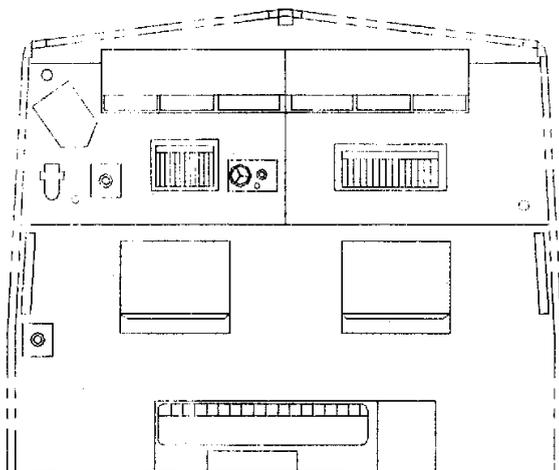


图 3-1 SS4 小号改造机车司机室设备布置

## 2、司机室设备安装

SS4 机车一节车只有 I 端司机室。司机室由操纵台、劳卫设施和其它设备三部分组成。为保证乘务员能更好地了望信号，通过仪表数据更准确地了解整台车情况，操纵更加方便，同时也由于线路上的一些变化，SS4 小号机车司机室设备安装向 SS4G 机车靠拢。详细情况如图 3-1。

司机室的左侧为正司机工作区域，设置有正司机操纵台和调车控制器等；司机室的右侧为副司机工作区域，设置有副司机操纵台和紧急放风阀。

正司机操纵台上设置有主台仪表安装、主台显示安装、TKS14A 型主司机

控制器、TKS22 型电空制动控制器、主司机按键开关、调车控制器、空气制动阀、电空制动控制器等。其中，SS4 小号改造车所使用的电表在原 SS4 基础上新增三块电表，且型号改为 YS-3 型圆弧型双针槽形电表，新增后，现有的四块电流表将八台牵引电机的牵引电流全部显示出来，现有的两块电压表显示出同一节 1、3 号电机和后节车 2、4 号电机的牵引电压，采用空气—电阻联合制动方式，在主司机台面加装空电恢复按钮和指示灯。

副司机操作台上仅设置有副台电表安装、副台显示安装、副台开关安装及副台按键开关等。

改造后 SS4 小号机车主、副台显示安装上的故障显示器由原来的符号显示改为直接中文显示，便于司机判断和记忆。

由于对 SS4 小号机车司机室设备改动较大，所以改造后设备骨架完全按 SS4G 机车布置。

司机室后墙上为一个钢结构立柜，安装信号柜。柜中放置数字化通用机车信号机、数模转换盒、列车运行监控记录装置、WKQ-D 型温控器等。信号柜上部右边安装 JR-3 型专用暖风机。原 SS4 小号机车后墙立柜右上部安装的 WYJ-813 型空调室内机，大修改造采用顶置式空调，安装在司机室车顶。

### 3、I 端辅助室及高压室设备布置

SS4 小号机车 I 端辅助室及高压室（设备布置见图 3-2）。无明显界限，两室共顶盖。设备有：牵引控制柜、电源柜、高压电器柜、制动电阻柜、硅整流装置、牵引通风机组、制动控制柜，牵引控制柜与电源柜之间靠司机室

后墙中部安装了空调室外机。

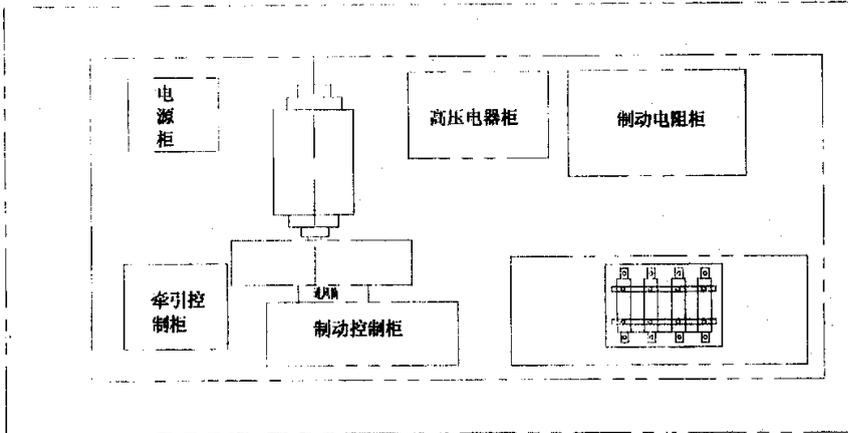


图 3-2 SS4 小号机车 I 端辅助室及高压室设备布置

大修改造后 SS4 小号机车 I 端电器室设备布置 (TG4421500000, 见图 3-3), 司机室后墙空调室外机位置安装 I #端子柜, 端子柜上装有 PKD-AD<sub>6</sub>型空调稳压电源, 端子柜后增设一横向走廊, 与原有的两侧纵向走廊、后墙横走廊连接, 形成环形通道, 可正、背两方向接近设备, 便于运行中巡视及停车检修; 牵引通风机组沿纵向走廊方向由右侧移至左侧, 原位置安装硅整流柜, 复轨器安装牵引风机靠横向走廊侧, 牵引通风机组、复轨器占据了原制动控制柜位置; 原硅整流装置位置安装制动电阻柜、低压电器柜, 高压电器柜安装位置纵向移至电器室后端; 空调装置采用顶置式空调, 安装在司机室车顶, 电源柜安装在 II 端辅助室, 制动控制柜、牵引控制柜由电子控制柜替

代，也移至II端辅助室。

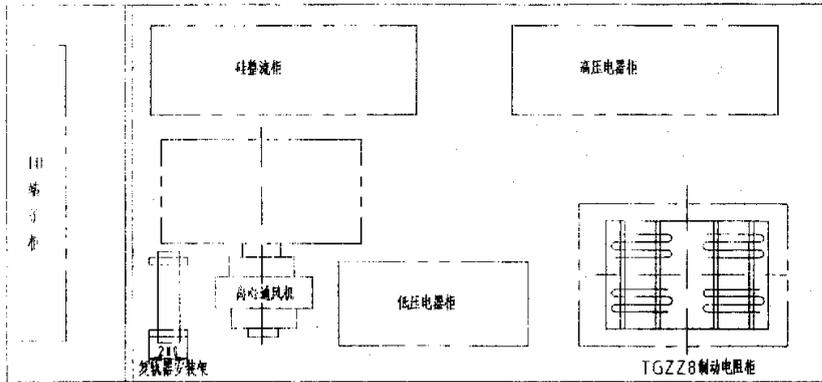


图 3-3 SS4 小号改造车 I 端电器室设备布置

#### 4、变压器室设备布置

SS4 小号机车变压器室为变压器所独有，其他设备、配件都以变压器为支撑安装。主要设备有：TBQ4-4760/25 型主变压器、TXP4B 平波电抗器（包括油散热器、油泵及轴流通风机），两者共用油箱；空气干燥器安装在油泵上方，阻容电器柜安装在副油箱上。

SS4 小号改造车变压器室设备布置：因 SS4 小号机车主变压器与 SS4G 机车主变压器（型号 TBQ8-4923/25）在线圈型式、抽头方式上完全一致，同时输出参数也相差不大，因而 SS4 小号机车主变压器向 SS4G 机车简统改造时不需要考虑对主变压器器身进行改造，但考虑到整车通风系统的改造和设备安装的要求，采用 STD-SS<sub>1</sub>-2 型铝冷却器取代油散热器，将主回路中吸收过电压电阻、电容等电器元件组成阻容柜，安装在储油柜上方，原空气干燥器

移至 II 端辅助室，蓄电池组移至车下蓄电池柜中。

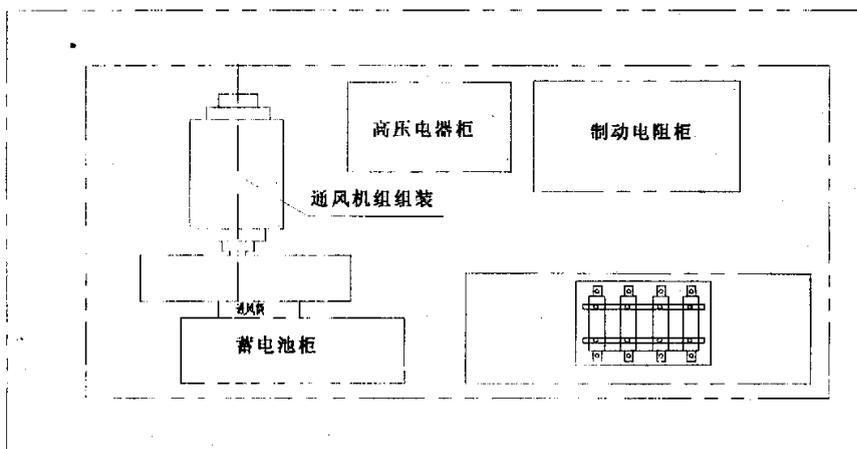


图 3-4 SS4 小号机车 II 端高压室设备布置

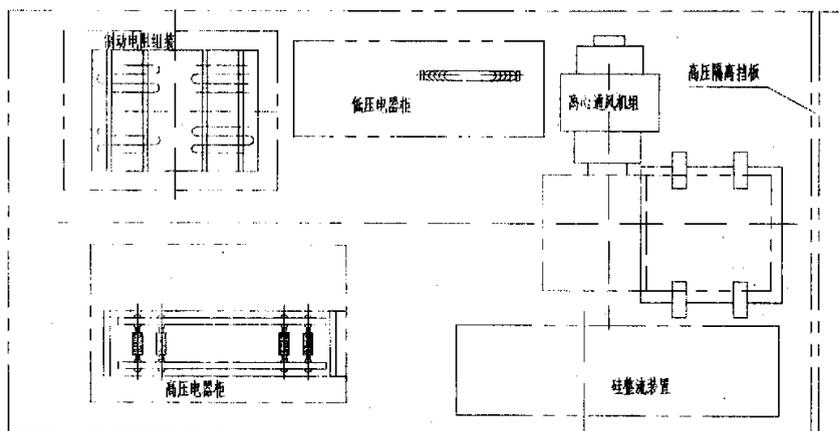


图 3-5 SS4 小号改造车 II 端电器室设备布置

#### 5、II 端电器室（原高压室）设备布置

SS4 小号机车 II 端高压室设备布置（见图 3-4）同 I 端高压室基本相同呈

斜对称状，区别之处在于 II 端电器室独有蓄电池柜。

SS4 小号改造车 II 端电器室 (TG44216000000，见图 3-5) 同 I 端电器室呈斜对称布置。

## 6、II 端辅助室设备布置

SS4 小号机车 II 端辅助室 (设备布置见图 3-6) 安装有劈相机、空气制动管路柜、低压电器柜 (I、II)、主压缩机组，辅助室尾部左侧上部为重联端子柜，下部为工具柜，工具柜上装有电子式辅机保护装置，尾部右侧为“三大件”信号柜。

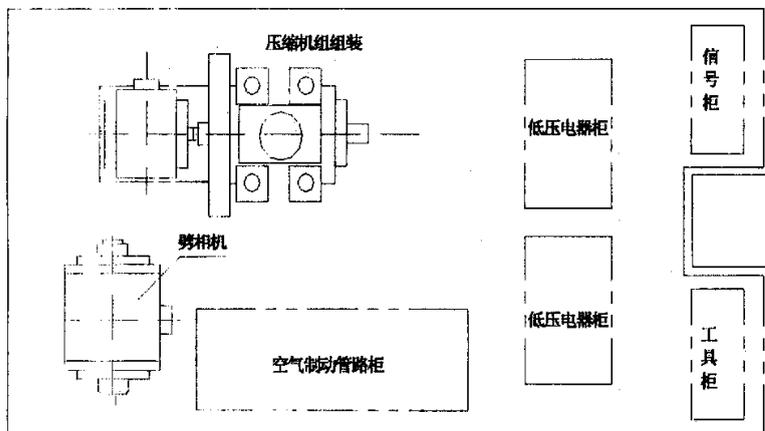


图 3-6 SS4 小号机车 II 端辅助室设备布置

II 端辅助室 (改造后设备布置见图 3-7)，劈相机由左走廊侧横向移至中间位置，原位置安装电源电子柜 (含电子控制箱和 DC110V 电源柜)，空气管

路柜移至横走廊侧，I、II低压电器柜分别移至I、II端电器室，在

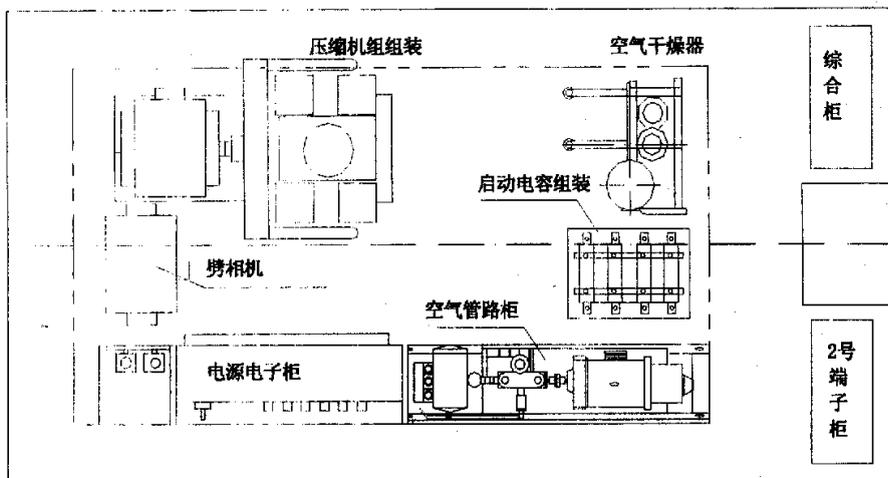


图 3-7 SS4 小号改造车 II 端辅助室改造后设备布置

其位置上安装启动电容柜、空气干燥器，压缩机安装位置基本不变，尾部右侧信号柜移至司机室后墙，其位置安装综合柜，综合柜顶上安装有轮缘润滑控制器和电阻制动记录仪，尾部左侧的工具柜与综合柜合并，原位置安装 2# 端子柜。

#### 7、车顶设备布置

SS4 小号机车车顶设备布置改造主要是变压器室顶盖设备布置向 SS4G 机车简统。

SS4 小号机车变压器室车顶设备布置（见图 3-8），安装有高压电压互感器、主断路器、避雷器、高压电流互感器。

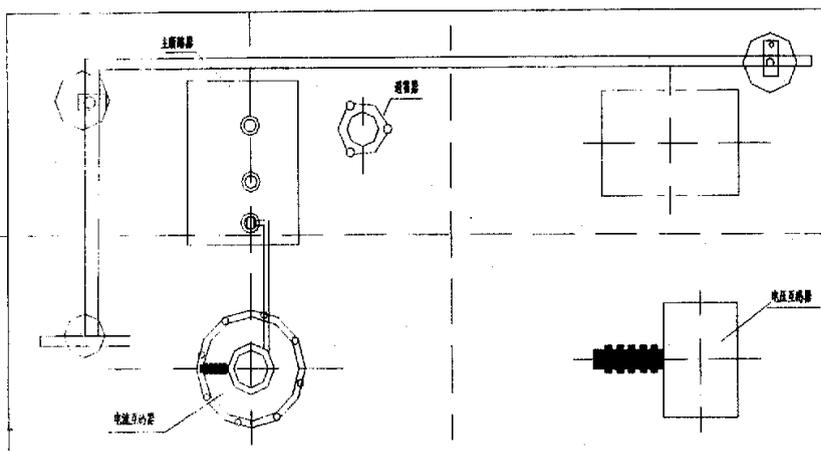


图 3-8 SS4 小号机车变压器室车顶设备布置

SS4 小号改造车变压器室车顶设备布置(按 TG442182000000), 车顶导电杆支持瓷瓶采用硅橡胶绝缘子, 避雷器改用 Y10W-42/105TP 型金属氧化物避雷器, 高压电压互感器移至 II 端电器室车顶布装, 在受电弓与主断路器之间加装网侧电压互感器、高压隔离开关。

#### 8、底架辅助设备布置

SS4 小号机车辅助设备布置改造主要是通过对主变压器改造后留出空间用以安装蓄电池柜、总风缸, 原 SS4 小号机车变压器、II 端电器室的蓄电池组集中于底架蓄电池柜中。

#### 3.4 本章小结

本章研究了 SS4 小号机车设备布置的大修改造要求和详细改造方案, 完

成了以下工作：

1、通过对 SS4 小号机车设备布置方面存在的技术质量问题的分析，确定了大修改造原则、目标和改造方案。

2、对 SS4 小号机车设备布置的详细改造方案进行了介绍。

## 第四章 SS4 小号机车车体大修改造设计

### 4.1 车体概述

车体是电力机车设备的承载体。韶山 4 型机车车体为非对称结构，主要由底架、司机室、侧墙、后端墙、顶盖等组成。

SS4 小号机车车体总图分为三版，最早的版本 (TXJ4-30-00-000) 是株洲厂于 84 年 8 月设计的，按该图样生产 3 台机车。88 年 10 月株洲厂对车体总图进行了第二版设计，这版设计对司机室、侧构、底架、后端盖等进行了重大修改，司机室隔墙及入口位置、I 端高压室、辅助室顶盖等件有很大不同，第二版图纸累计生产 20 台。90 年 9 月株洲厂对车体总图进行了第三版设计，形成了现用车体总图 TXJ4-30-00-000-2，这版设计仅对司机室侧窗进行了变更。

### 4.2 车体大修改造原则及工作项目

由于 SS4 小号机车性能改进和向 SS4G 机车简统的需要，高压电器柜、硅整流柜等各电气屏柜达到与 SS4G 机车互换；各室设备布置与 SS4G 机车相同；对主变压器散热器及冷却方式进行改造，采用 SS4G 机车的向上排风方式，等等。为满足这些改造的需要，必须对车体进行大力度的改造。

SS4 小号机车车体主要改造项目如下：

- 1、司机室骨架改造；
- 2、司机室后墙改造；

- 3、司机室设备骨架安装改造;
- 4、I、II端台架改造;
- 5、车内各室骨架与门安装改造;
- 6、司机室车顶空调安装改造;
- 7、各室活动顶盖改造;
- 8、底架改造。

#### 4.3 车体大修改造分析及方案确定

##### 1、司机室骨架改造 (TXJ4-31-00-000-0)

24号车以后的司机室骨架可保留不动,对于24号车以前的司机室对应安装SS4型机车用活动侧窗,故需改造。改造时参照TXJ4-31-00-000-2,把TXJ4-31-00-000-0中侧窗周围的前立柱、加强梁、侧窗安装板、窗台梁等件解体,更换为TXJ4-31-00-000-2图中的前上立柱、加强梁、水槽等件,即可满足安装SS5侧窗的要求。

##### 2、司机室后墙改造 (TXJ4-32-20-000-2)

###### (1) 司机室柜 (TXJ4-32-22-000)

改造时参照SS4G机车司机室柜(440322030000)。由于SS4G机车司机室柜取消了端子排,柜内增加了手制动链轮箱,柜体厚度由360mm改为400mm。因柜体是由 $\delta 2\text{mm}$ 钢板压型件组成,不易改动,需整体切换、新制,即用SS4G机车司机室柜代替原SS4小号机车空调及端子柜。

###### (2) 隔墙 (TXJ4-32-21-000-2)

改造时参照 SS4G 机车隔墙 (TGS4-32-20-000)。SS4 小号机车隔墙位置及外形与 SS4G 机车相同,不同的地方在于 SS4 小号机车隔墙无配电箱座,该件可直接焊于墙板上;SS4 小号机车隔墙后部无安装端子柜安装梁及螺孔,可解体面板在骨架上加焊,因改造车台架高度由 250mm 变为 125mm,故螺孔高度尺寸 1503 改为 1378。

### 3、司机室设备骨架安装改造 (TXJ4-33-00-000-1)

改造时参照司机室设备骨架 (TGS4-33-00-000)。由于司机操纵台面板上的司控器、按键开关、速度表有变化,且增加了显示屏,故 SS4 小号机车司机室设备骨架组成需整体更换、新制,而司机椅座、电风扇座等辅助件可保留。

### 4、台架安装改造 (TXJ4-44-00-000-1)

为解决 SS4 小号机车设备布置不合理,不易维修等缺陷,使 SS4 型机车的高低压电器柜、硅整流柜等电气屏柜能够互换,SS4 小号改造车设备安装布置向 SS4G 机车靠拢,较原 SS4 小号机车设备布置发生很大变化,故需对原车体台架全部切换,按 TGS4-44-10-20-000 (I、II 端台架图) 新制。

由于 SS4 小号机车车体底架、侧构、顶盖、等基础部分不能变动,因而改造车的设备布置空间不会增加。因 SS4 小号机车、SS4G 机车车体长度、宽度相同,隔墙位置没有变化,各室分布也相同,所以纵向、横向设备布置是没有问题的。

由于 SS4 小号机车台架高度较 SS4G 机车低 125mm,使得制动电阻柜组装

中伸出台架面板以下部分超出底架，无法安装滤尘装置，故改造台架时须加焊一安装座，将制动电阻柜安装平面提高 125mm；另外改造车转向架仍采用原 SS4 机车不动，那么台架下风道口需保留在原 SS4 台架位置，必须重新设计、制作风道。

#### 5、车体顶盖装置 (TXJ4-35-00-000)

各室顶盖外形及安装方式，保留 SS4 小号机车的形式，车顶走道板保留。因顶盖上设备布置、各室设备布置向 SS4G 机车简统，再加上受电弓与主断路器之间加装高压隔离开关、网侧电压互感器，对电流电压互感器的安装位置进行调整。具体改造情况如下：

##### (1) 第 I、II 高压室顶盖改造

制动电阻柜及轴流通风机组安装位置变动，采用 SS4G 机车高压柜（高度为 2350mm），SS4 小号机车的垂向布置净高为：2060mm（侧构高度）+321mm（顶盖高度）-125mm（台架高度）=2256mm，布置空间不够，只能采取在高压柜上部加 231mm 高的罩的方法来满足；电流电压互感器的安装位置从变压器室顶盖调整到第 II 电器室顶盖，受电弓座、瓷瓶座、风缸座的位置也有相应改变，需按新设计 TGS4-35-20-000（第 I 电器室顶盖）、TGS4-35-40-000（第 II 电器室顶盖）新制改造。

##### (2) 变压器室顶盖改造

变压器室顶盖 (TXJ4-35-30-000) 改造时，需取消高压电压互感器安装座，加设隔离开关安装座、瓷瓶安装座、主断路器支座、电流互感器法兰、变压器

冷却百叶窗、避雷器安装座也有相应改造。具体新制改造根据变压器室顶盖(TGS4-35-30-000)进行。

### (3) 辅助室顶盖改造

辅助室顶盖(TXJ4-35-50-000)改造时,空气管路柜罩盖、瓷瓶安装座向SS4G机车靠拢时位置产生变化,具体按TGS4-35-50-000图进行新制改造。

## 6、司机室车顶加装空调改造

SS4小号机车采用冷热两用分体式空调机,考虑司机室劳动环境进一步改善,设备安装改造的需要,改造时采用新型空调电源,将室内空调改为顶置空调。司机室车顶改造设计时,根据空调室外机的外形尺寸,选择合适的安装位置,根据空调室外机的安装支架,增加安装支座。改造设计时,在顶盖后顶板中心线右侧开两矩形孔,增加出风筒和进风筒。具体按442311000000(TY)进行改造。

## 7、车内各室骨架与门安装(TGS4-36-00-000)

由于车内设备布置的改变,各电气屏柜位置有相应变化,因此车内各室骨架必须作相应的改动,才能满足各屏柜安装。为保证辅助线路布线,面两侧走廊顶部加设线槽。根据车内各室骨架与门安装(TGS4-36-00-000)进行改造。变压器室骨架中,门及门框保留;高压室骨架中,门上的横梁不动,在台架上加焊高度为50mm的下横梁,加装14个门;在组焊线槽(天花板)时,为保证走廊上部线槽的固定,不需加门处的门框,必须保留上横梁,但必须改变其断面形状,以不影响屏柜安装及屏柜门的开启。

## 8、底架总组装改造 (TXJ4-41-00-000-2)

由于手制动链轮由辅助室移入司机室柜, 变压器冷却系统改造, 总风缸、蓄电柜等设备布置的变化, 均要求对车体底架局部进行相应的改造, 具体参照 TGS4-41-00-000 进行。

(1)手制动链轮从辅助室移入司机室柜, 前移 220mm, 需对隔墙梁进行补强 (见图 4-1), 配开手制动拉杆孔, 并焊装过桥轮座。

(2)改造后的变压器冷却系统, 全部移至底架上平面以上, 为加强变压器梁的强度, 需在原变压器横梁之间, 距 II 位变压器横梁 680mm 处增加一横梁。

(3)主风缸、蓄电柜安装位置向 SS4G 机车靠拢, 参照 TGS4-55-00-000 (总风缸改造图)、TGS4-46-20-000 (底架辅助装置) 焊装主风缸安装座和蓄电池柜吊座。

(4)牵引缓冲装置中, 缓冲器由原 MT-3 型改为 ST-J 型缓冲器。

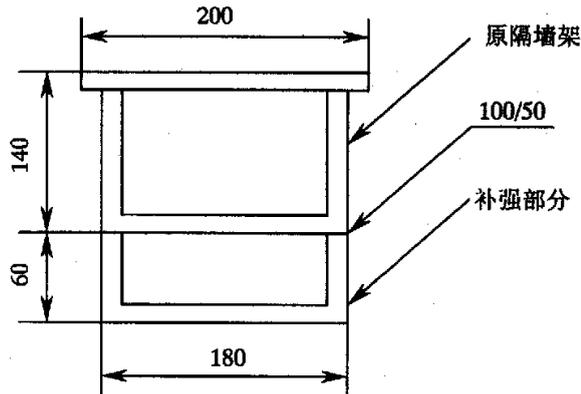


图 4-1 隔墙梁补强

#### 4.4 本章小结

本章详细叙述了 SS4 小号机车车体大修改造设计方案，主要完成了以下几方面的工作：

- 1、确定了车体大修改造原则，对改造项目进行了简要介绍。
- 2、根据改造原则对车体大修改造方案进行了详细论述。

## 第五章 SS4 小号机车变压器大修改造设计

### 5.1 主变压器主要技术参数

★型号.....TBQ4—4760/25

★额定电压 (V):

高压绕组.....25000

牵引绕组.....  $(671.14+2 \times 335.57) \times 2$

辅助绕组.....391.5/223.7

励磁绕组.....111.86

★额定电流 (A):

高压绕组.....190.4

牵引绕组.....1680

辅助绕组.....638.57/100

励磁绕组.....840

★重量 (kg)

器身总重 (含主变压器、平波电抗器) .....6680

油重.....2125

总重.....12144

### 5.2 改造分析

SS4 小号机车主变压器与 SS4G 机车主变压器 (型号 TBQ8-4923/25) 线圈

形式、抽头方式上完全，输出参数也相差不大，因此在改造设计时不考虑对主变压器身作改造。但考虑到整体通风系统的改造和设备安装的需要，对散热器系统作全面改造，这样既可以满足变压器散热的需要，也能在散热器下部腾出空间，以便安装总风缸和蓄电池。

### 5.3 改造方案设计

#### 1. 滤波电抗器

SS4G 机车安装有 TXL5 型滤波电抗器，而 SS4 小号机车未装滤波电抗器。从目前各机务段的使用情况看，滤波电抗器并未起到预期的效果而且从经济角度看，如果加装滤波电抗器，需新造一台主变压器，很不经济，因此本次改造设计时未考虑加装滤波电抗器。

#### 2. 平波电抗器

SS4 小号机车主变压器已安装平波电抗器，可按图样进行检修。其安装位置需按改造后的主变压器（BQ4-31-00-000）安装。

#### 3. 铝冷却器

新型铝冷却器的型号为 STD-SS4-2。通风机组采用 SS4G 机车主变压器冷却通风机组 JT61-2LA 型。

STD-SS4-2 型铝冷却器的主要参数如下：

冷却器材料：全铝合金

结构特点：板翘式高效冷却结构

冷却方式：强迫风冷

散热量：185KW

风阻：不大于 1300Pa

油阻：不大于 80Kpa

油流量：80m<sup>3</sup>/h

耐振性能：符合 TB/T1680—97《牵引变压器和电抗器》有关规定。

#### 4. 下油箱

因主变压器散热系统改造，主风缸、蓄电池等设备安装、改造需要，需按 TGBQ—01—00—000 对下油箱进行改造。

#### 5.4 本章小结

本章叙述了 SS4 小号机车主变压器技术参数及大修改造方案设计，主要完成了以下几方面的工作：

- 1、对改造后的主变压器技术参数进行了详细介绍。
- 2、明确了主变压器大修改造具体改造方案及要求。

## 第六章 SS4 小号改造车重量分配分析

### 6.1 概述

在 SS4 小号机车向 SS4G 机车简统改造中, 机车设备布置的改造、车体结构的改造必定造成机车重量分配的变化, 影响到机车轴重分配以及粘着重量利用率、机车牵引力。

在设计过程中, 因无各借用部件的重心位置, 不能进行详细的机车轴重分配计算, 只能参照 SS4G 机车设备布置方式进行重量分配类比分析, 再通过轴重称重进行验证。

### 6.2 轴重总要求

GB3314-82《电力机车通用技术条件》对电力机车轴重要求如下:

1、机车在全整备状态下:

(1) 机车总重的允差为 $\pm 3\%$ ;

(2) 同一机车每个动轴重的实际轴重, 与该机车实际平均轴重之差, 不应超过平均轴重 $\pm 2\%$ ;

(3) 每个车轮轮重与该轴两轮平均轮重之差, 不应超过该轴两轮平均轮重的 $\pm 4\%$ ;

2、SS4 小号改造车单节车重理论整备重量为 92t;

(1) 实际单节车重应控制在  $92^{+2.76}$ t 之间;

(2) 实际单轴轴重应控制在  $23^{+1.64}$ t 之间;

(3) 实际单轴轮重应控制在  $11.5 \pm 1.84$  t 之间;

### 6.3 SS4 小号改造车总重情况

SS4 小号改造车、SS4 型 (1~158#) 车, SS4G 机车重量统计见表 6-1。

表 6-1 韶山 4 型电力机车重量比较表

部 位 \ 车 型	SS4 (1~158#)	SS4 改型	SS4 改造车	备注
转向架总装	41987.5Kg	42380 Kg	41987.5 Kg	
机车标志总装	40 Kg	39 Kg	40 Kg	
轮绝缘润滑装置	60 Kg	60 Kg	60 Kg	
车体总图	22205.43 Kg	21089 Kg	22683 Kg	
机车油漆	230 Kg	230 Kg	230 Kg	
空气管路总图	1878.68 Kg	1452 Kg	1456.7 Kg	
司机室设备布置	356.83 Kg	252.2 Kg	252.2 Kg	
I 端高压室设备布置	4082 Kg	4101 Kg	3441.5 Kg	
II 端高压室设备布置	4070 Kg	3662 Kg	3124.9 Kg	
辅助室设备布置	2984 Kg	3155 Kg	3232.1 Kg	
变压器室设备布置	12085 Kg	13368 Kg	11447.2 Kg	
车顶设备布置	891.7 Kg	1041 Kg	1119.4 Kg	
高压室母线	50 Kg	221.6 Kg	168.4 Kg	
变压器室母线	179 Kg	314.2 Kg	179.43 Kg	
主电路布线	710.7 Kg	786.4 Kg	788.3 Kg	
控制电路布线	592.45 Kg	748 Kg	699.9 Kg	
辅助电路布线	288.62 Kg	196.4 Kg	198.03 Kg	
辅助设备安装	174.35 Kg	117.6 Kg	1200.3 Kg	
空调设备组装			232 Kg	
每节车重量	92866.2 Kg	94271.8 Kg	92540.5 Kg	
整车重量	185 732 Kg	188 544 Kg	185 081 Kg	

SS4 小号改造车单节车重为 92.5405t, 全车重为 185.081t, 均在允许范

围内。但比 SS4G 机车轻 3.462t。

#### 6.4 SS4 小号改造车轴重分配分析

##### 1、二系簧下设备布置

二系簧下设备布置即转向架组装，SS4 小号改造车保留原 SS4 机车改造后的走行部；与 SS4G 机车走行部相比，二系簧距离相同，挠度相同，单节车两转向架中心距相同；虽然轴距、单节车全轴均相差 100mm，转向架总重量相差 0.39t；只因每个轮对装置、构架结构呈对称布置，所以二系簧下设备布置对轴重分配没有影响。

##### 2、二系簧上设备布置

根据机车分配计算原理，二系簧上各设备的重量及重心在车上的位置决定机车轴重分配。

由于 SS4 小号机车向 SS4G 机车简统改造中，设备布置采用斜对称布置方式，主要设备重量及位置与 SS4G 机车相同或相近，如变流装置、高低压柜、1、2 号端子柜、综合柜、空气管路柜、电源电子柜、牵引通风机组、空压机组、劈相机安装、启动电容柜、空气干燥器、复轨器安装、蓄电池安装、主风缸安装、司机室设备布置、车顶设备布置、各室门及骨架、门联锁、走廊天花板、辅助设备安装等，与 SS4G 机车设备相同，安装位置相同；制动电阻柜结构及安装方式与 SS4G 机车相同，只是向车体纵向中心线移了 70mm，但是两制动电阻柜是斜对称布置，对轴重分配影响很小。

与 SS4G 机车设备布置差异较大的部位，如：

### ①主变压器室设备布置

主变压器采用原 SS4 机车主变压器，重量及安装位置相同，散热器与轴流风机与 SS4G 机车方式相同，重量相近；差异较大的是主变压器器身，两者相差：1.635t，但由于这部分设备安装处于每节机车中心附近，所以它对轴重分配影响很小。

②SS4 小号改造车无功补装置，因此在 I 端、II 端高压室取消了 PFC 电容，在单节车中两组 PFC 电容在 SS4G 机车上是斜对称布置，因此，对单个轴重无影响。

### ③车体结构改造的影响

SS4 小号改造车车体设备骨架与 SS4G 机车相似，车体底架、侧构、司机室骨架、排障器等保留原 SS4 机车车体结构，车体小顶盖作了改进设计，因此，车体重量也发生了变化。SS4 小号改造车体比 SS4G 机车重 1.594t，但这部分增加的重量基本上是均布的，对轴重影响不大。

## 6.5 结论

通过以上分析，SS4 小号改造车与 SS4G 机车设备布置相近或相似，SS4G 机车轴重分配能达到要求，SS4 小号改造车也能达到设计要求。SS40020 机车大修改造竣工后，运至大同进行轴重称重验证，称重结果符合要求，《称重报告书》见附表 6-2。

## 第七章 全文总结

SS4 型机车是我国研制的第一代八轴相控电力机车，其设计制造在技术上具有一定的先进性。起初由于受当时技术及制造水平的影响，SS4 小号机车在运行过程中暴露出不少问题。通过此次大修改造设计，可以比较彻底地解决 SS4 小号机车存在的惯性技术质量问题，提升机车的整体性能，满足铁路重载、安全运行的需要。

为作好 SS4 小号机车结合大修进行技术改造的工作，我们在认真对现有机车质量进行调研分析的基础上，结合用户要求，制定了切实可行的大修改造方案，促成并承办了 SS4 电力机车大修改造认证会，为 SS4 小号机车大修改造方案在技术上确定了法定依据。

为保证 SS4 小号机车大修改造的顺利实施，工厂从 1999 年 4 月开始即着手筹备 SS4 小号机车大修改造技术准备工作，并依据郑州局向铁道部运输局提出的“对 SS4 机车（1—158 号）向 SS4 改进型机车简统改造”报告制定出大修改造方案并设计了施工用改造图。按照铁道部《韶山 4 型电力机车大修规程》、铁道部运输局文件《SS4 型电力机车大修改造认证会会议纪要》（运装机检 [2000] 20 号）的要求，结合宝鸡段等运用部门意见，顺利完成了首台试修开发工作，并很快由试修转为批量修。本厂从 2000 年 4 月开始对宝鸡段的 SS40020、0032、0033，新乡段的 SS40035、0127，江岸段的 SS40111、0140、0153，新丰镇 SS40008、0062 等机车实施了大修改造工作。这些机车

已验收合格并竣工出厂，机车投入运营以来，段方反映良好。

SS4 小号机车大修改造，是工厂迄今已大修的各型韶山电力机车中改造项目最多的，基本实现现有 SS4 机车的简统和互换。重点完成了机车设备布置、各电气屏柜、车体等简统改造；完成机车转向架平拉杆式、推挽式牵引方案设计，便于用户择选；在消化吸收全叠片电机、加馈电阻制动、B<sub>0</sub> 转向架等新技术的基础上，增加了高压隔离开关、DKL 逻辑控制单元等成熟技术。通过 SS4 小号机车向 SS4G 机车简统改造，工厂技术人员、工人的业务素质得到大幅度提升，为本厂开发韶山系列电力机车积累更多的经验，为今后检修 SS4G 机车、SS8 机车打下坚实的基础，进一步巩固了工厂电力机车检修领先地位。

SS4 型电力机车新造价格在 800 万元左右，SS4 小号机车大修加改造价格为 450 万元左右。2000 年郑州局宝西段、新乡段小号 SS4 机车到厂修期，因此，2000 年初 SS4 机车开始大修并逐渐形成批量；按 2000 年检修 2 台计，年产值约为 900 万元；2001 年开始，SS4 小号机车年平均大修数量为 15 台左右，年产值约 6750 万元，SS4 小号机车大修成为工厂新的利润增长点。截止到 2004 年底，本厂对配属宝鸡西段、新乡段、月山段、新丰镇段、江岸段等机务段共计 60 余台 SS4 小号机车进行大修改造。今后我们将针对机车改造后出现的新的问题继续进行分析和探索，力争取得更佳改造方案，努力为铁路运输做出自己的贡献。

## 致 谢

本文是在导师何庆复教授的亲切关怀和悉心指导下完成的。导师严谨的治学态度和精益求精的科研作风以及对学生细心的照顾、系统地培养，使我终生受益。在此，谨向何庆复老师表示诚挚的谢意。

在学习和工作中，得到了总工程师、高级工程师孙勇，机车分厂副厂长、高级工程师严俊祥，产品开发部副部长、高级工程师姚嵩华，部驻厂验收室主任验收员杨德驹，高级工程师张战东等的指导，感谢他们多年来的热情关心和帮助。

感谢北京交通大学对我的培育。

## 参考文献

- [1] 张有松. 朱龙驹. 韶山 4 型电力机车, 中国铁道出版社, 北京, 2001
- [2] 中国标准出版社. GB146. 1-1983 《标准轨距铁路机车车辆限界》
- [3] 中国标准出版社. GB3314-82 《电力机车通用技术条件》
- [4] 中国标准出版社. TB/T1335-1996 《铁道机车车辆强度设计及试验鉴定规范》. 中华人民共和国铁道部发布
- [5] 中国标准出版社. GB3317-82 《电力机车组装后的检查与试验规则》
- [6] 中国标准出版社. GB6770-2000 《机车司机室特殊安全规则》
- [7] 中国标准出版社. GB / T3450-1994 《铁路机车司机室噪声允许值》
- [8] 中国标准出版社. TB / T1580-1995 《新造机车车辆焊接技术》. 中华人民共和国铁道部发布
- [9] 中国标准出版社. TB / T1996-87 《电力机车车体技术条件》
- [10] 中国标准出版社. TB / T2054-89 《铁路机车漏雨试验办法》
- [11] 铁道部运输局 《韶山 4 型电力机车大修规程》
- [12] 中国标准出版社. TB/T1680-97 《牵引变压器和电抗器》. 中华人民共和国铁道部发布
- [13] 严隽毫. 车辆工程, 中国铁道出版社, 北京, 1993
- [14] 陈屹. 现代设计方法及其应用, 国防工业出版社, 北京, 2004

## 攻读学位期间发表的论文

1. 刘彦忠. TY360 型内燃机车的特点及性能, 科技情报开发与经济 (ISSN1005-6033 CN14-1157/N), 2005 年第 12 期

表 6-2 机车称重报告书

车型: SS4	车号: 0020A	称重日期: 2000年7月28日	机车设计重量: 92吨	1位轴		2位轴		3位轴		4位轴	
				右1	左1	右2	左2	右3	左3	右4	左4
轮重	前进一	11.395	11.825	11.280	11.870	11.370	11.620	11.970	11.275		
	后退一	11.430	11.765	11.135	11.790	11.445	11.580	12.015	11.230		
	前进二	11.335	11.790	11.375	11.945	11.370	11.575	11.925	11.305		
	后退二	11.400	11.830	11.235	11.845	11.430	11.595	12.000	11.200		
	平均轮重	11.390	11.8025	11.256	11.861	11.404	11.593	11.978	11.253		
轴均轮重	11.596		11.559		11.498		11.615				
轮重允差		-1.78%	+1.78%	-2.6%	+2.6%	-0.82%	+0.83%	+3.13%	-3.12%		
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
动轴轴重	23.193		23.118		22.996		23.230				
平均轴重			23.134								
轴重允差		+0.26%		-0.07%		-0.60%		+0.41%			
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
总重量			92.536								
总重允差			+0.58%								

备注: "Y" 表示符合要求。

表 6-2 机车称重报告书

轴位	1 位轴		2 位轴		3 位轴		4 位轴		
	右 1	左 1	右 2	左 2	右 3	左 3	右 4	左 4	
轮	前进一	11.385	11.770	11.420	11.490	11.695	11.585	11.625	11.730
	后退一	11.455	11.760	11.395	11.500	11.685	11.520	11.675	11.660
重	前进二	11.405	11.820	11.425	11.465	11.715	11.595	11.610	11.705
	后退二	11.450	11.800	11.435	11.480	11.720	11.565	11.615	11.705
平均轮重	11.42375	11.785	11.41875	11.48375	11.70375	11.56625	11.63125	11.700	
轴均轮重	11.605625		11.45125		11.634975		11.665625		
轮重允差	-1.567%	+1.567%	-0.280%	+0.284%	+0.594%	-0.591%	-0.291%	+0.295%	
	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
动轴轴重	23.211		22.903		23.270		23.331		
平均轴重	23.179								
轴重允差	+0.14%		-1.19%		+0.82%		+0.66%		
	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
总重量	92.715								
总重允差	+0.78%								

备注：“Y”表示符合要求