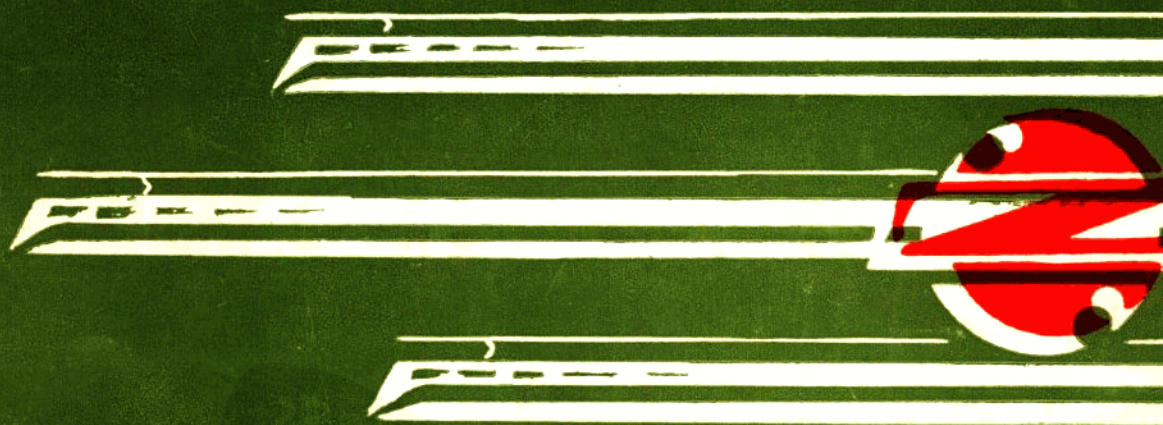


DIANLI CHEJI SAHU

電力機車技術

(韶山型系列資料)

機械部份分冊



1989 增刊

81

目 录

第一章 转向架	(1)
第一节 SS型系列机车转向架概况.....	(1)
第二节 SS型系列机车转向架结构、主要参数及各主要零部件的作用.....	(1)
第三节 转向架构架结构.....	(5)
第四节 SS ₁ 型机车转向架构架裂纹故障分析和综合治理.....	(10)
第二章 轮对驱动装置	(16)
第一节 轮对驱动装置概述.....	(16)
第二节 轮对驱动装置故障分析和处理措施.....	(16)
第三节 SS ₃ 型机车单侧弹性齿轮传动装置的结构.....	(19)
第四节 小齿轮在运行中发生裂纹、弛缓等故障分析和克服措施.....	(19)
第五节 主动齿轮套装过盈的计算.....	(21)
第六节 轮轴注油压装新工艺.....	(22)
第七节 轴箱结构和 SS ₁ 型轴箱存在的问题.....	(23)
第八节 SS ₃ 型机车轴箱和轴承.....	(25)
第九节 齿轮箱裂纹、漏油分析和改进措施.....	(28)
第三章 一系和二系弹簧悬挂	(29)
第一节 概述.....	(29)
第二节 一系弹簧结构与参数.....	(29)
第三节 车体支承装置.....	(31)
第四节 减振器.....	(33)
第五节 牵引电机悬挂.....	(39)
第四章 SS型系列机车牵引装置	(39)
第一节 概述.....	(39)
第二节 牵引装置结构及参数.....	(39)
第五章 SS型系列机车基础制动装置	(41)
第一节 概述.....	(41)
第二节 基础制动装置结构与参数.....	(41)
第三节 基础制动装置存在的问题和改进措施.....	(45)

第一章 转向架

第一节 SS型系列机车

转向架概况

现代机车的走行部基本上采用转向架式的结构。在SS型系列机车中，从轴式来分有三轴转向架和两轴转向架。从一系悬挂方式来分有轴箱弹簧均衡梁式和轴箱弹簧独立悬挂式两种。SS₁和SS₂型均为三轴转向架，而SS₃型为两轴转向架。SS₁型为轴箱弹簧均衡梁式悬挂，而SS₂和SS₃型为轴箱弹簧独立式悬挂。SS型系列机车每台转向架各自独立，每对轮对都由一台牵引电机驱动，其电机的悬挂方式均为抱轴式半悬挂。SS₁和SS₂型机车由两台完全相同的转向架纵向对称安装。SS₃型每节车体有两台基本相同的转向架，仅牵引装置的牵引杆安装彼此相反，见图1—3。

转向架的主要作用是：

①承受机车车体和安装在车体内及车顶上所有设备的重量。每台转向架都具有弹性的支承装置（二系车体悬挂），通过二系悬挂传给转向架。

②产生和传递牵引力。由电机产生的转矩，通过齿轮传动装置，使轮对转动。由于轮对与钢轨之间的粘着而产生轮周牵引力，并通过轴箱、轴箱拉杆传给构架，再通过牵引装置传到车体底架直至车钩装置，牵引列车运行。

③缓和线路不平顺对机车的冲击。保证车体内的所有设备不受大的振动，使机车具有较好的运行平稳性，司机操纵舒适。

④保证机车顺利通过曲线。

⑤产生必要的制动力，使列车在规定的制动距离内停车，这是保证列车安全运行的条件。

第二节 SS型系列机车转向架结构、主要参数及各主要零部件的作用

SS型系列机车转向架主要由构架、轮对驱动装置、一系轴箱悬挂、二系车体支承（悬挂）、牵引装置、电机悬挂、基础制动、手制动、砂箱和轮缘喷油装置等组成。SS₁、SS₂和SS₃型转向架分别如图1—1、图1—2和图1—3所示。根据铁路运输的需要，从八十年代初设计生产的SS型系列机车，还设有救援整体起吊转向架与车体底架联结装置。其主要部件作用如下：

①构架：它是转向架的骨架，是轮对电机轴箱悬挂，二系支承装置，牵引装置等零部件的安装基础；承受和传递垂向载荷，纵向传递牵引力或制动力，横向承受水平力等。因此，构架必须具有足够的强度和刚度。

②轮对驱动装置：包括轮对、齿轮传动、齿轮箱、轴箱和牵引电机等。通过轴箱悬挂和构架相连。轮对直接向钢轨传递机车重量。牵引电机产生的转矩通过齿轮传动产生轮周牵引力。

③轴箱悬挂和二系支承装置：轴箱悬挂由轴箱弹簧和轴箱拉杆组成，其作用一是给机车各轴以一定的重量分配，使各轴重量不发生显著变化；二是当机车行驶线路不平顺或车轮擦伤而发生冲击时，弹簧装置可缓和和对机车的冲击；三是轴箱拉杆除固定轮对

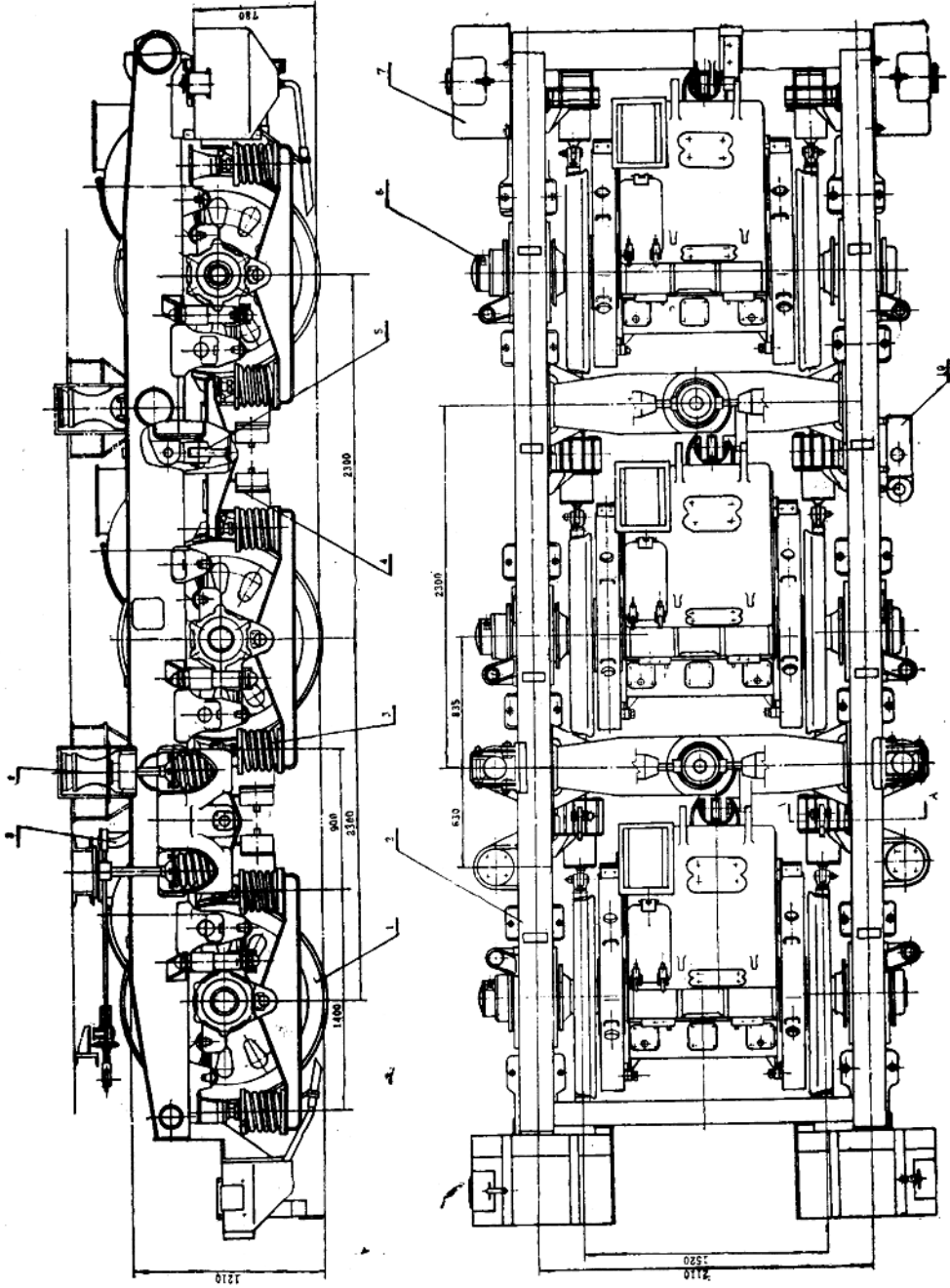


图 1—1 SS₁ 型转向架

- 1—轮对电机驱动装置
- 2—构架
- 3—一系轴箱悬挂
- 4—基础制动装置
- 5—电机悬挂
- 6—接地线装置
- 7—砂箱装置
- 8—手制动装置
- 9—二系支承装置
- 10—速度表装置
- 11—接地线装置
- 12—砂箱装置
- 13—轮罩

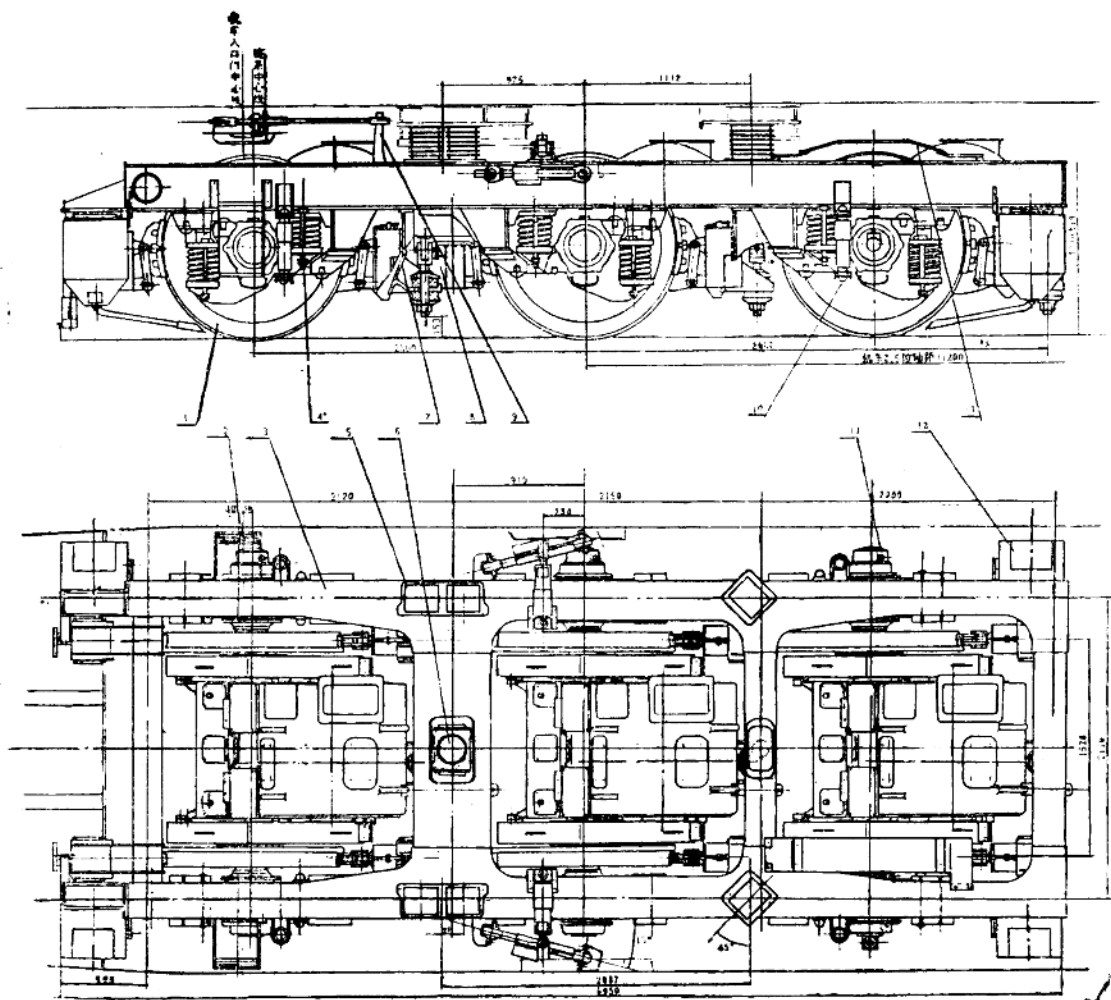


图1—2 SS₃型转向架

- | | | | |
|------------|----------|----------|-------------|
| 1—轮对电机驱动装置 | 2—梯子 | 3—构架 | 4—系轴箱悬挂 |
| 5—二系车体支承装置 | 6—牵引装置 | 7—电机悬挂 | 8—基础制动装置 |
| 9—手制动装置 | 10—速度表装置 | 11—接地线装置 | 12—砂箱 13—轮罩 |

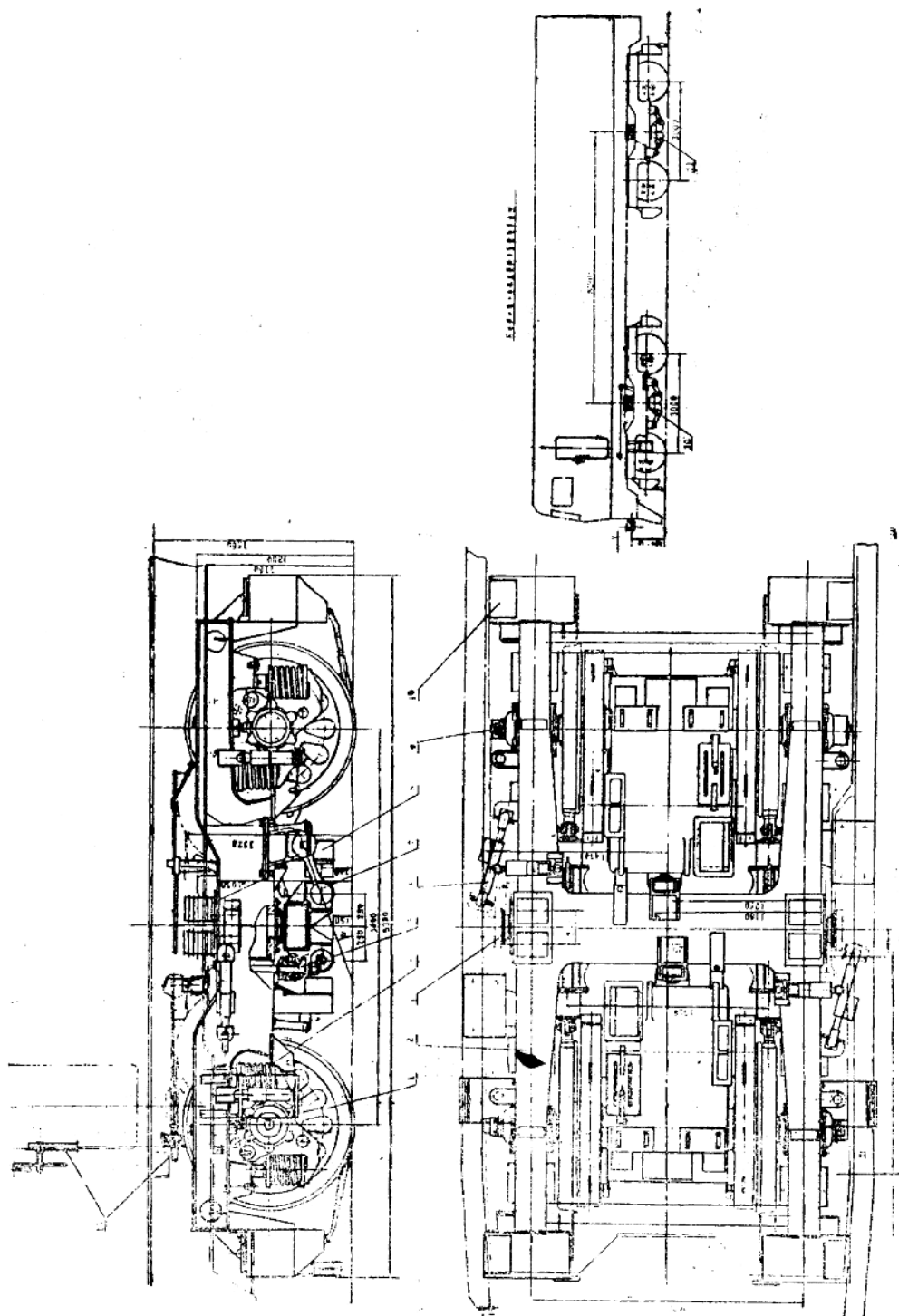


图1—3 SS₄型转向架

1—轮对电机驱动装置 2—构架 3—横向限位装置 4—一系轴箱悬挂 5—电机悬挂 6—二系车体支承装置 7—牵引装置 8—基础制动装置 9—速度、防空转装置 10—砂箱

位置和传递纵向牵引力外，还有限制轮对与构架的横向位移和复原作用。二系车体支承除固定车体与转向架的相对位置外，还起着

两者间的缓冲作用和曲线通过的复原作用。

④牵引装置：将牵引力或制动力传给车体底架。

表1-1 各型转向架的主要参数

名称 车型	轴数	轴距 (mm)	固定 轴距 (mm)	车轴负荷 中心距 (mm)	车轮 直径 (mm)	侧梁顶面 至轨面 (mm)	转向架 总长 (mm)	转向架 总宽 (mm)	牵引点 至轨面 (mm)	备注
SS ₁	3	2300	4600	2110	1250	1210	7690	3142	735	
SS ₃	3	2300 2000	4300	2110	1250	1210	6950	3070	750	
SS ₄	2	3000	3000	2050	1250	1200	5300	3160	150	

第三节 转向架构架结构

一 SS₁型构架

SS₁型构架(图1-4)：它主要由左右侧梁4、5，枕梁3和前、后端梁1、6组焊呈“目”字形框架。左右侧梁中心距为2110mm，

两枕梁中心距2300mm，前、后端梁中心距6730mm。各梁均由钢板、钢板压形件、铸钢件组焊而成。故各梁组焊后须经600~650℃热处理，消除焊接内应力(整体加工整体退火)。构架总重3507kg。

1. 侧梁(图1-5)：侧梁体2由上、下盖板4、7厚16mm，内、外侧板6、5厚12mm

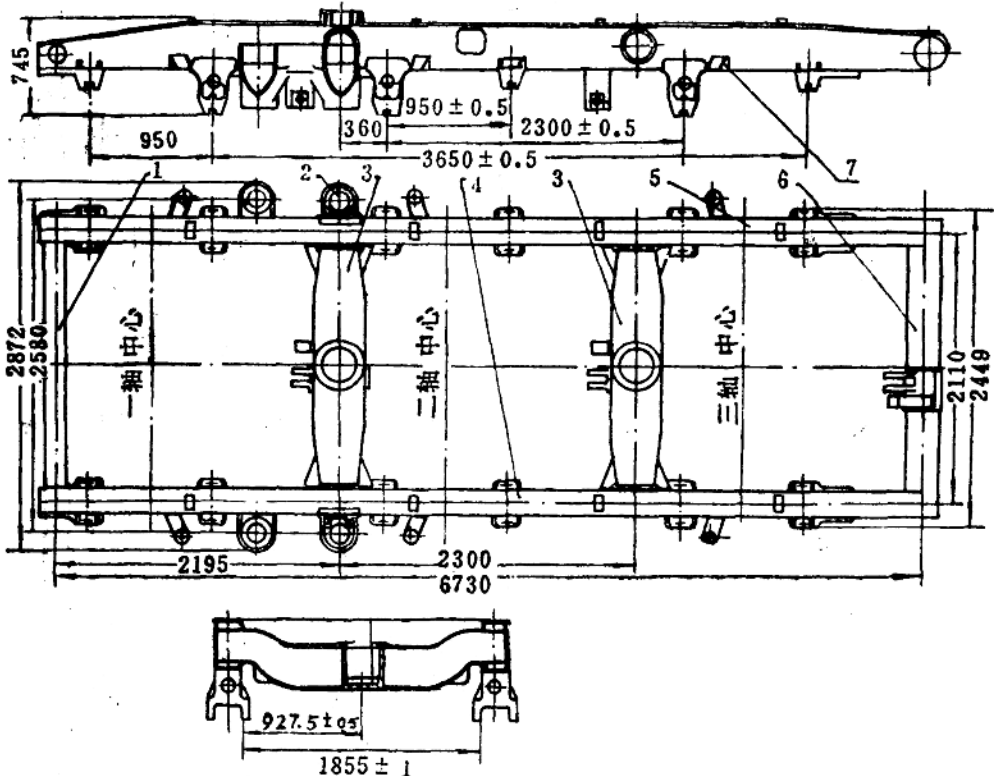


图1-4 SS₁型构架

1—前端梁 2—旁承座 3—枕梁 4—左侧梁 5—右侧梁 6—后端梁 7—减振器上座

的钢板焊接成箱形断面梁，箱形截面尺寸为 $180 \times 360\text{mm}$ 。为增加梁体的刚度和强度，在箱形梁内相隔一定距离焊装有隔板10等。在侧梁体下侧焊装有长、短拉杆座3、8，均衡梁座9和弹簧拉杆座1等铸钢件。两根侧梁左右对称。

2. 枕梁(图1—6)：枕梁除承受车体底架及内部设备和牵引电机的一部分重量外，同时将轮周牵引力或制动力通过中央支承传递到车体底架上去。在结构上把左右侧梁刚性地连接一体。

枕梁体是由两块相同的压形件1对焊而成的，压形件采用12mm厚的钢板热压呈鱼腹形。在枕梁体中心焊有铸钢件中央支承座2，在梁体一侧中部焊有牵引电机支座3，梁体两端焊有法兰盘6。法兰盘起组装侧梁定位和加强枕梁与侧梁连接的作用。

3. 前、后端梁主要作连接左右侧梁的端部呈“目”字形框架。同时分别承载牵引电机、砂箱和制动器支座等。前端梁用 152×10 、后端梁用 245×10 无缝钢管。

二 SS₃型构架

SS₃型构架(图1—7)：主要由左、右侧梁5、2，牵引梁4，中间梁6和前、后端1、6等组焊而呈“目”字形的框架。左右侧梁中心距为2110mm，在侧梁顶面上分别焊有四个旁承定位座9、10，以安装车体支承橡胶堆用。前端梁为 194×10 长2360mm无缝钢管组成，其余各梁均由钢板、铸钢件和锻压件组焊而成。各梁总组焊焊接后须经 $600 \sim 650^\circ\text{C}$ 热处理，消除焊接应力，最后喷丸处理总体加工(我厂目前因设备条件的原因尚未完全实行)。构架总重5102kg。

1. 侧梁(图1—8)：侧梁体由上、下盖板1、3厚20mm和内、外立板3厚16mm的钢板焊接成箱的形等断面梁，箱形截面 $220 \times 320\text{mm}^2$ ，全长6545mm。在梁体内相隔一定距离焊装有隔板6。在侧梁体下侧焊装

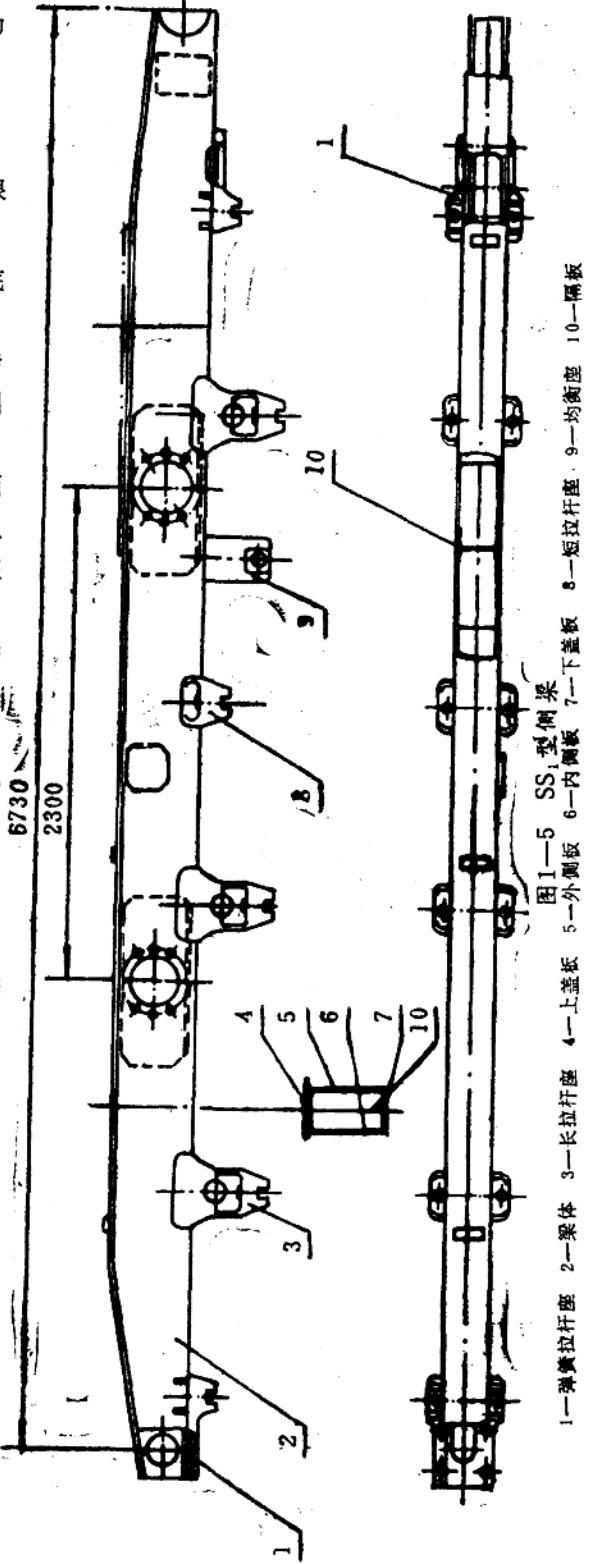
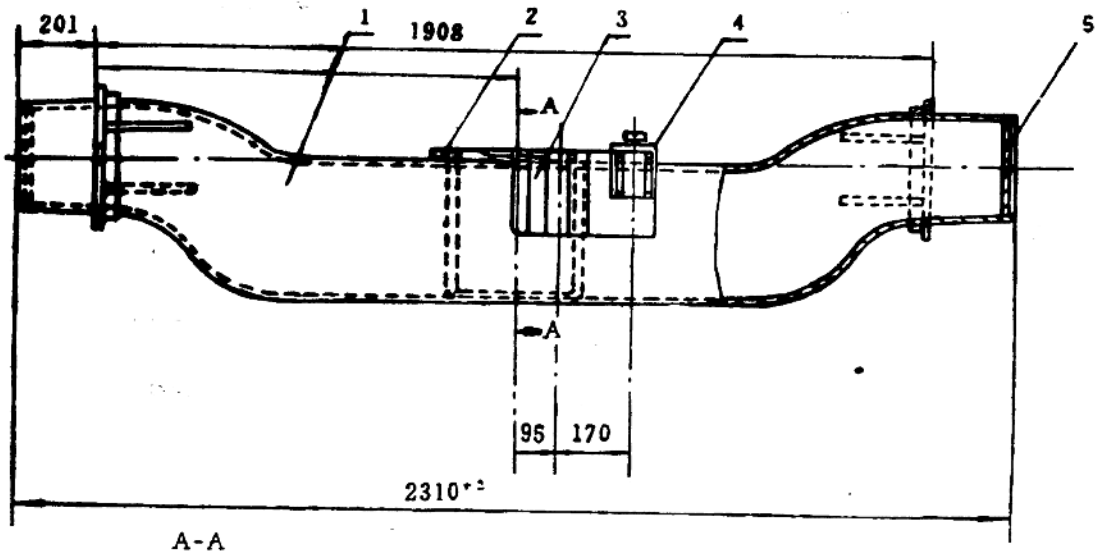


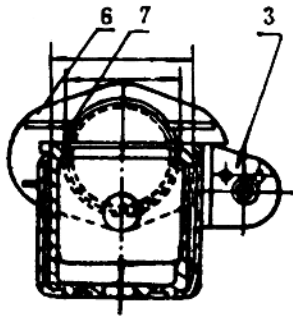
图1—5 SS₃型侧梁
1—弹簧拉杆座 2—梁体 3—长拉杆座 4—上盖板 5—外侧板 6—内侧板 7—下盖板 8—短拉杆座 9—均衡座 10—隔板



A-A

图1-6 SS₁型枕梁

- 1—压形件 2—支水座 3—支座 4—防落板
5—端板 6—法兰盘 7—筋板



有压制梯形槽钢的拉杆体支座4、拉杆座5和弹簧拉杆座7铸钢件等。梁体内侧在各梁连接处均焊有定位板8，作牵引梁、中间梁和前后端梁组焊定位用。侧梁上盖板在各横梁连接处外伸一段，为横梁连接焊缝错开而用，左右侧梁对称相同。

2. 牵引梁(图1-9)：主要为传递整个转向架的牵引力或制动力和牵引电机悬挂而用。梁体由上、下盖板1、2厚20mm，立板3厚16mm的钢板，中间有一锻制的牵引框4在偏梁体下组焊呈梯形箱体。牵引框下面焊有电机悬挂座5，立板上穿过一长方形防落框6，为安装牵引电机防落板之用。

3. 中间梁和后端梁(图1-10)：此两梁是联结左右侧梁和悬挂电机之用。梁体均由上、下盖板1、2厚20mm和立板3厚16mm的钢板组焊呈等断面的箱形梁，断面为180

×320mm²，立板上穿过防落框4。两梁体结构尺寸完全相同，只是中间梁体中顶面焊有尾销框5，作转向架与车体相对横向位移限制之用，而后端梁则没有。

三 SS₁型构架

SS₁型构架(图1-11)：主要由前、后端梁1，左右侧梁2，牵引梁3等组焊呈“日”字形框架。除前、后端梁用152×10长2290mm无缝钢管外，侧梁和牵引梁均由钢板和铸件分别组焊而成。侧梁和牵引梁组焊后，须经600~650℃热处理，消除焊接应力(整体加工和整体退火)。在左右侧梁中部顶面焊有旁承座5等。左右侧梁中心距2050mm，前、后端梁中心距4300mm，构架总量2906kg。

1. 侧梁(图1-11)：由上、下盖板(中部厚20mm，两端厚16mm)和立板厚16mm钢板焊呈V形的等强度矩形断面梁，中部断面210×430mm²，两端210×270mm²。梁体板间有隔板4，梁体下部焊有铸钢件拉杆座7和圆簧拉杆座8等。

2. 牵引梁(图1-11)：梁体由上、

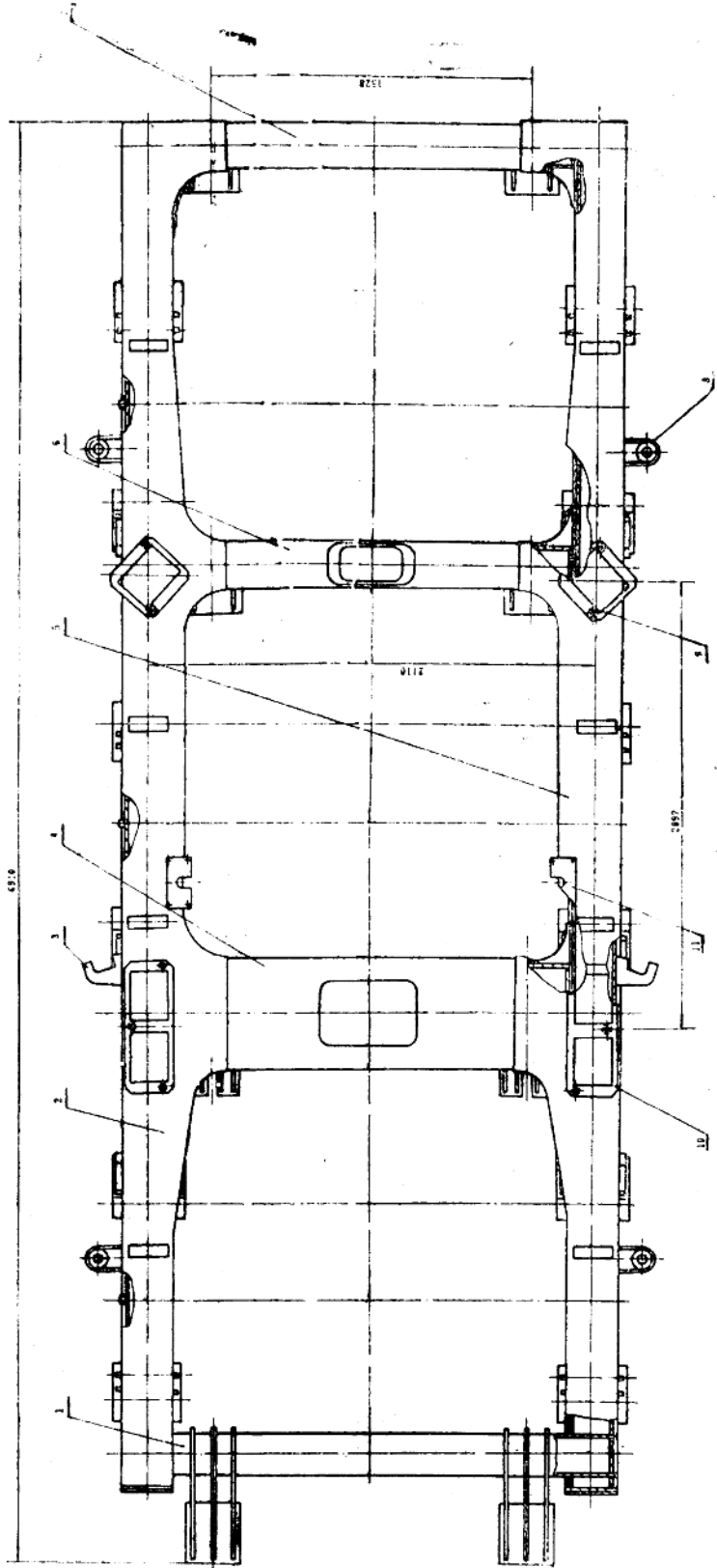
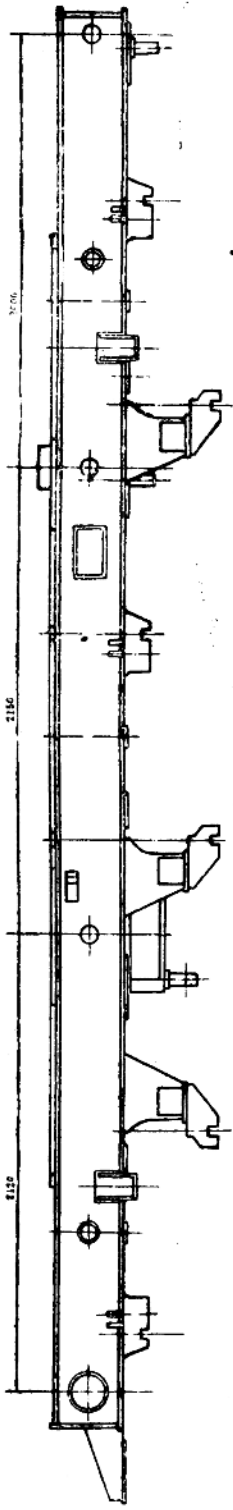


图1-7 SS₃型构架

- 1—前端梁
- 2—右侧梁
- 3—摩擦减振器座
- 4—牵引梁
- 5—左侧梁
- 6—中间梁
- 7—后端梁
- 8—液压减振器上座
- 9、10—旁承定位座
- 11—横向液压减振器座

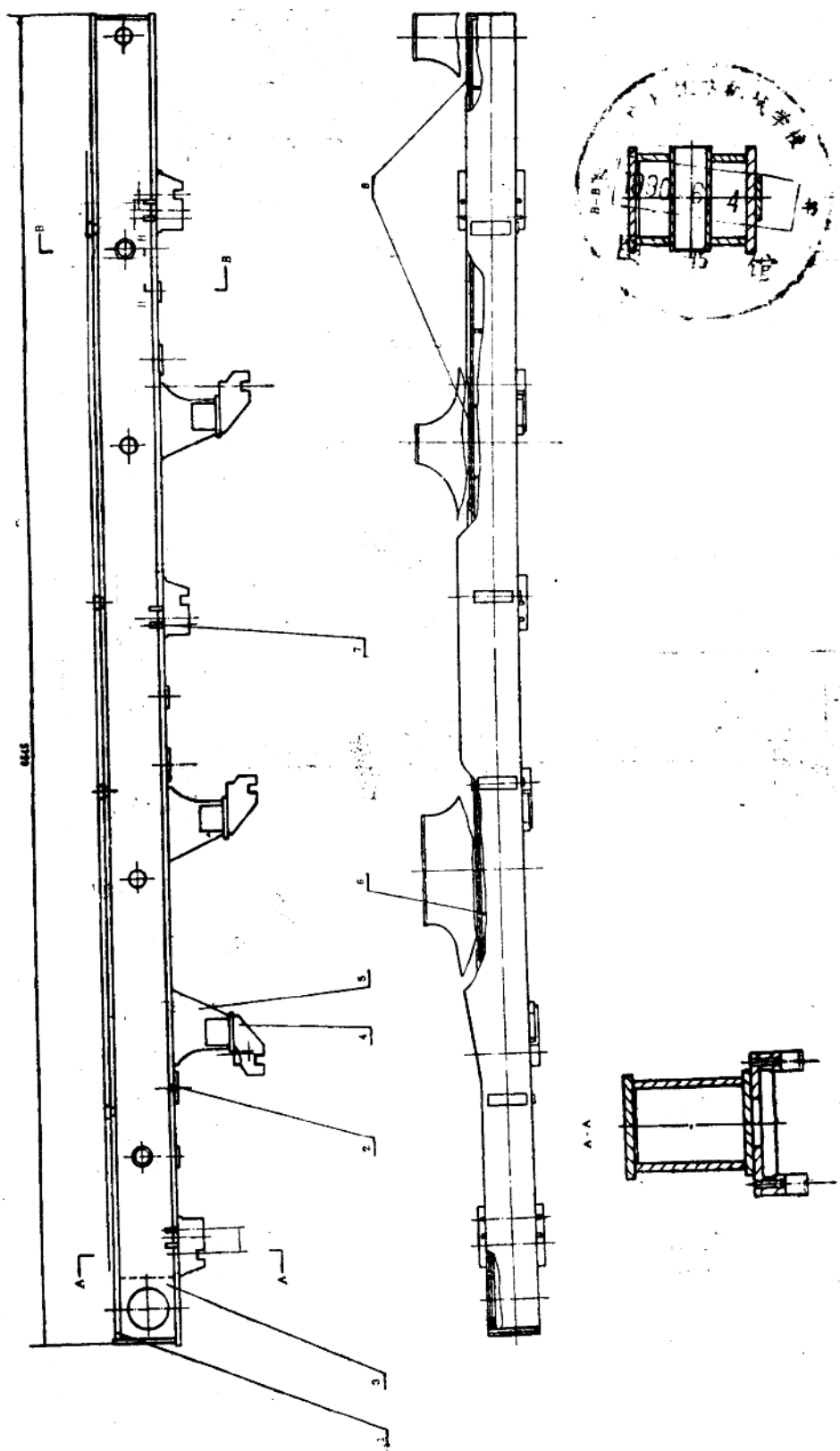


图1—8 SS₃型侧梁
 1—上盖板 2—下盖板 3—内、外立板 4—拉杆座 5—拉杆支座 6—隔板 7—弹簧拉杆座 8—定位板

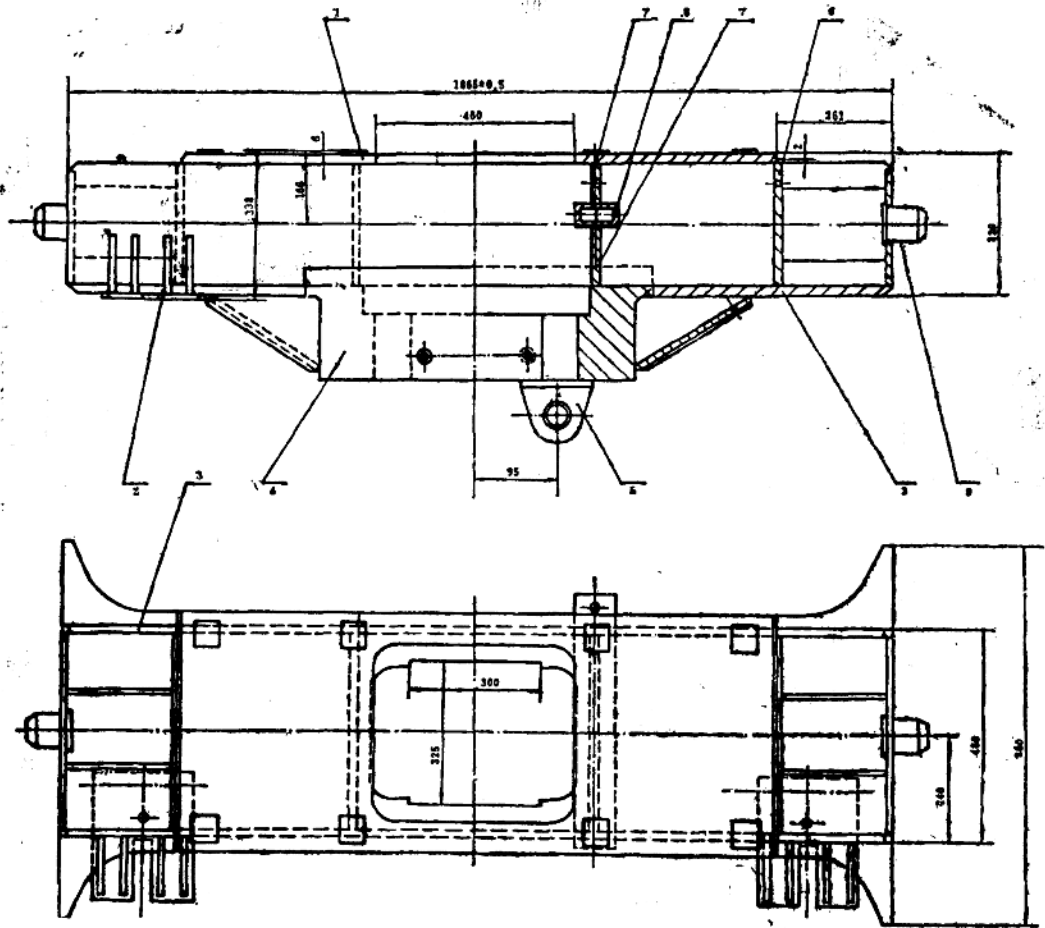


图1—9 SS₃型牵引梁

1—上盖板 2—下盖板 3—立板 4—牵引框 5—悬挂座 6—防落框 7 8—隔板 9—定位销

下盖板厚16mm和立板厚16mm的钢板组焊，梁中有隔板，断面 $426 \times 500 \text{mm}^2$ 。梁体中顶部前后侧焊有铸钢件电机悬挂座，端部前后焊有(制动器)安装座等。

第四节 SS₁型机车转向架构架裂纹故障分析和综合治理

SS₁型机车构架裂纹是该型车多年的主要故障，尽管在六十到七十年代曾针对此问题作过多次改进，但收效不大。近年来由于电气化线路增多，牵引定数增大，特别是石太线电气化开通后，构架裂纹显得更为突出，引起全路有关方面的重视，1984年提出

课建，要求工厂迅速解决。

一 构架裂纹发展情况

为解决这一故障，工厂有关人员于84~85年多次到各段实地考察。重点对大量发生构架裂纹的太原北机务段进行调查和试验。调查表明，该段从运用SS₁型机车起至1984年10月止，在44台机车中有38台出现构架裂纹，少则一处，多则十四处，裂纹总数达143台处，裂纹绝大部分发生在侧梁外侧各座立焊缝处，并由下向上发展，而在旁承均衡梁座及长拉杆座之间的侧上梁出现最多，计32台处，占裂纹总数的22.4%；其次是第二位短拉杆座处，裂纹计24台处，占裂纹总数的

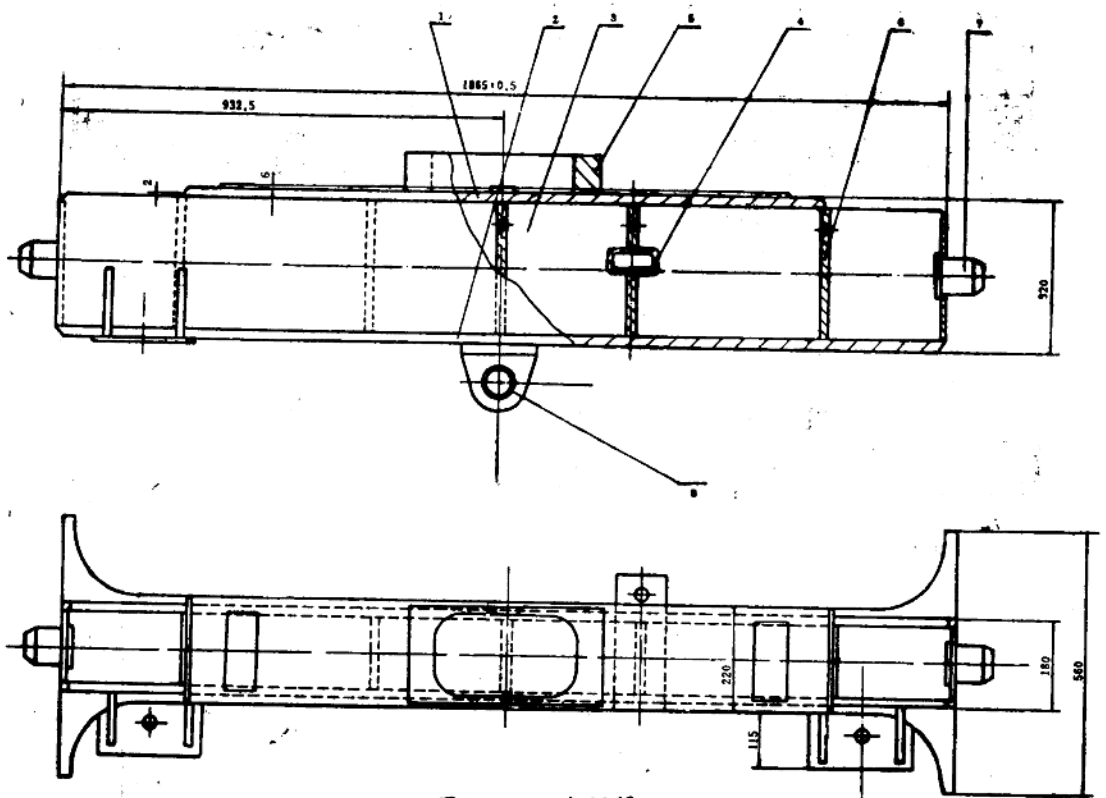


图1—10 中间梁

1—上盖板 2—下盖板 3—立板 4—防落框 5—尾销框 6—隔板 7—定位销 8—悬挂座

16.8%。该型车在太北段一般运行约二十万公里后，构架就发生焊缝疲劳裂纹（在石家庄、安康等段也有不同程度的此类情况）。个别机车运行五、六万公里就产生裂纹。

二 机车运行情况的测试

为进一步了解SS₁型构架贯性裂纹处的受力情况，在铁道科学研究院和有关部门的协助下于85年4月至5月，在石太线太原至阳泉间对在正常运行情况下的该型车进行有关动力学参数和关键部位的应力测试。石太线的太原至阳泉间，最大坡度15.8%，从阳泉至榆次98km，半径300m左右曲线几乎占全长的二分之一，尤为S形曲线占多半。运行速度一般50km/h，下坡时最高可达70km/h。双机牵引3500t。在上列的条件下，机车转向架横向载荷及运行动力学条件十分恶劣，其测定数据如下：

1. 构架力：当机车以55km/h的速度通过半径300m曲线时，第一轴处的构架力达51940N，已超过设计允许载荷39200N，当速度70km/h时，则达82810N。

2. 车体与转向架构架的横向位移：第一位轴箱位移最大，高速时可达36.5mm。

3. 车体加速度：在各种条件下离心加速度均未超过允许值0.089g，说明一、二系悬挂是可行的。

4. 旁承载荷：在通过半径300米曲线时，摩擦旁承出现73500N的垂向动载荷最大变动幅值，加上原来的静载荷34300N共计107800N。则旁承载荷变化大受力情况恶劣。

5. 侧梁主要受力断面的应力：长拉杆座和短拉杆座最大应力幅值均在176.4MPa，旁承座与长拉杆座之间，前后断面应力幅值分别为176.4MPa和254.8MPa，均大大超过许用应力值。

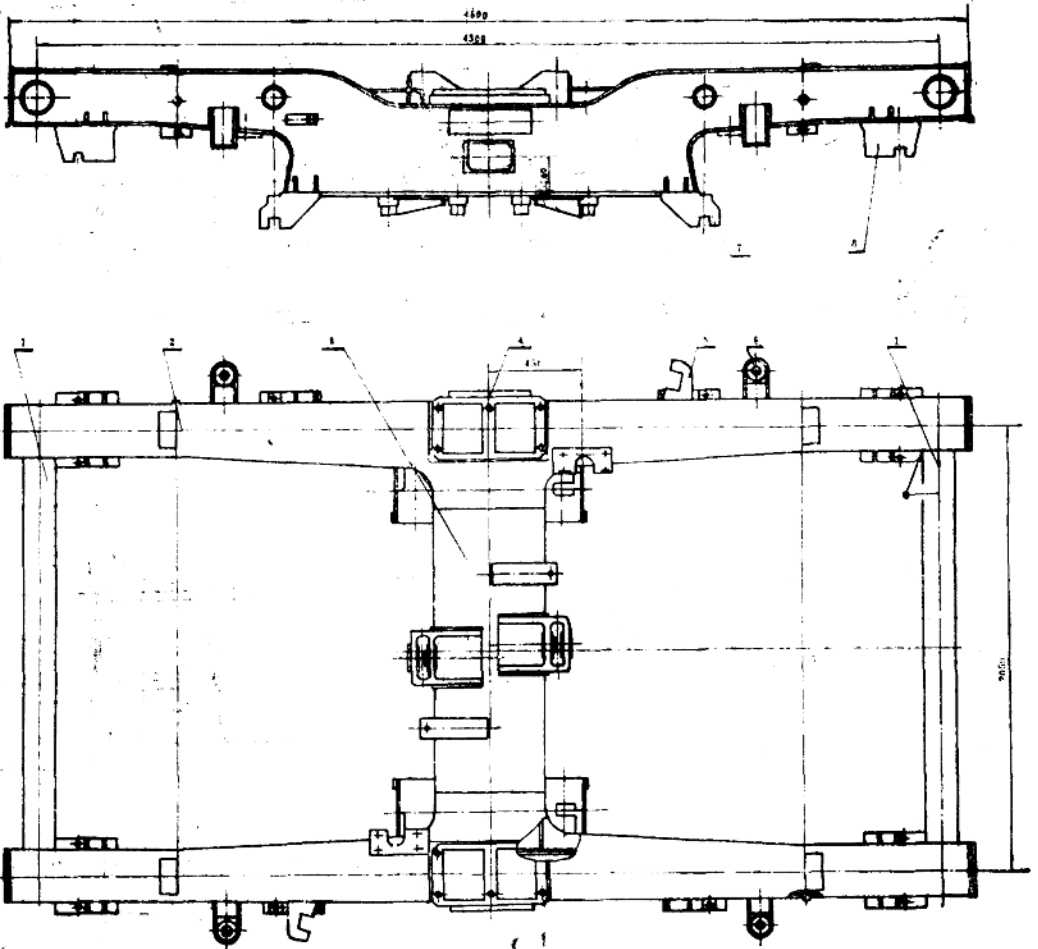


图1—11 SS₄型构架

- 1—前、后端梁 2—左、右侧梁 3—牵引梁 4—定位板 5—减振器座
6—垂向减振器座 7—拉杆座 8—弹簧拉杆座

三、构架裂纹的分析

1. 构架受力很复杂。对任何机车来说，构架本来是一个受力大而复杂的部件，但SS₄型构架比国产任何型机车(包括内燃机车)受力情况要复杂得多。在构架侧梁外侧有两个旁承支座，侧梁纵向传递牵引力，垂向承受载荷，当机车通过曲线时，还增加垂直附加力和水平分力。因此，在旁承座处的侧梁除承受很大的纵向拉力，垂向和横向弯矩外，还需承受很大的扭矩。

2. 侧梁结构不合理。在侧梁旁承座和

轴箱长拉杆座之间，梁体外露仅29mm，断面模数(即刚度)比相差悬殊，而且还有两条横焊缝，旁承座焊缝又未经退火，应力集中和残余应力严重。

3. 轴箱拉杆受力对侧梁有影响。拉杆座除承受纵向牵引力外，还因机车通过曲线时，轮对向外移要承受很大的侧向力——构架力。此力随曲线半径减少和通过速度增加而增大，而第一位移移最大。同时，又因轴箱轴承结构的关系，其侧向力只由曲线外侧的侧梁承受。其受力机理如图1—12。

设：轴箱轴向力为 P

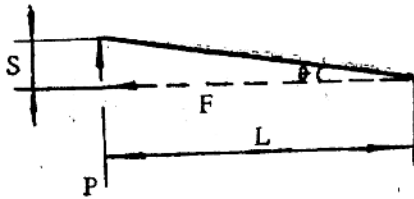


图1-12

轴箱位移量为 S

轴箱拉杆长为 L

则：拉杆座纵向拉力 F

$$\operatorname{tg}\theta = S/L \quad (SS_1 \text{ 拉杆长 } L = 225 \text{ mm})$$

$$F = P/\operatorname{tg}\theta = \frac{L}{S} P$$

从式中不难看出其拉杆座处纵向拉力 F 是轮轴轴向力(构架力) P 和拉杆长 L 与轴箱外移量 S 的比值 L/S 之积, 而 L/S 值一般为 $6 \sim 9$ 。由此可见轴箱拉杆受力对侧梁的影响是不可忽视的。也足以说明机车运行中测得断面应力高达 254.8 MPa 的原因了。

4. 线路情况复杂。我国山区地形复杂, 原山区的铁路大多是运行小型的蒸汽机车。如山西省在解放前还是窄轨铁路, 这些车的轴距小, 速度不高, 牵引力也很小。这些线路电气化时虽进行了必要改造, 但线路状况仍不能完全适应运行 SS_1 型大功率的干线电力机车。引起 SS_1 型机车构架裂纹, 线路复杂也是其中重要因素之一。

四 SS_1 型转向架综合治理

根据前面调查测试和分析, SS_1 型构架裂纹产生的原因是多方面的, 要克服它, 必须对转向架进行综合治理。通过多方案比较认为, 新型转向架一、二系悬挂应与原 SS_1 型机车转向架通用为原则。这不但新、旧构架可互换, 方便检修, 更重要的是不改变机车动力学性能, 以便进行以改善构架侧梁结

构, 改善侧梁受力情况为主的综合治理。综合治理的新型转向架如图1-13。

1. 采用新型构架结构如图1-14所示。主要改善了侧梁断面结构, 由原来的等断面直梁, 改为等强度变断面的双鱼腹形梁, 缓和了刚度比。同时简化了焊装在侧梁上的支座。如原前后旁承均衡梁联合支座, 取消中间均衡梁座后, 分成两个旁承座, 使焊缝不集中。原来的长拉杆支座, 因梁的断面增高也缩短了。这样大大改善了该处的受力情况。枕梁和前后端梁仍然未改变。

2. 一系轴箱悬挂基本不变, 取消两根中间均衡梁, 将轴箱均衡端部以固定支座1替换, 成为独立悬挂, 取消中间轴箱垂向液压减振器。这样不仅克服了旧结构稳定性不好, 造成负荷分配不均, 而且也简化了结构。

3. 二系车体悬挂完全不变, 这样新旧转向架可任意互换。

4. 轴箱选用新型轴箱轴承, 使构架侧梁原来仅单侧承受横向力, 改为双侧同时受力, 这样大大减少了构架力; 同时, 也保持轴端横动量不变, 减少轮缘磨耗。

综合治理新型转向架于1986年初试制了两台车, 安装在太原北机务段 SS_1 型 303 和 334 号机车上运行。为了解新型转向架在石太线太原至阳泉间实际运行情况, 对该车的新构架进行静、动强度和转向架性能试验, 其结果均达到要求。自86年3月至89年8月底止已云行30多万公里, 构架状态良好, 并于87年5月通过铁道部机车车辆工业总公司鉴定, 88年按新型转向架批量生产。727至826号的一百台新型转向架 SS_1 型机车, 配属在西安、宝鸡、贵阳和韶关等机务段。

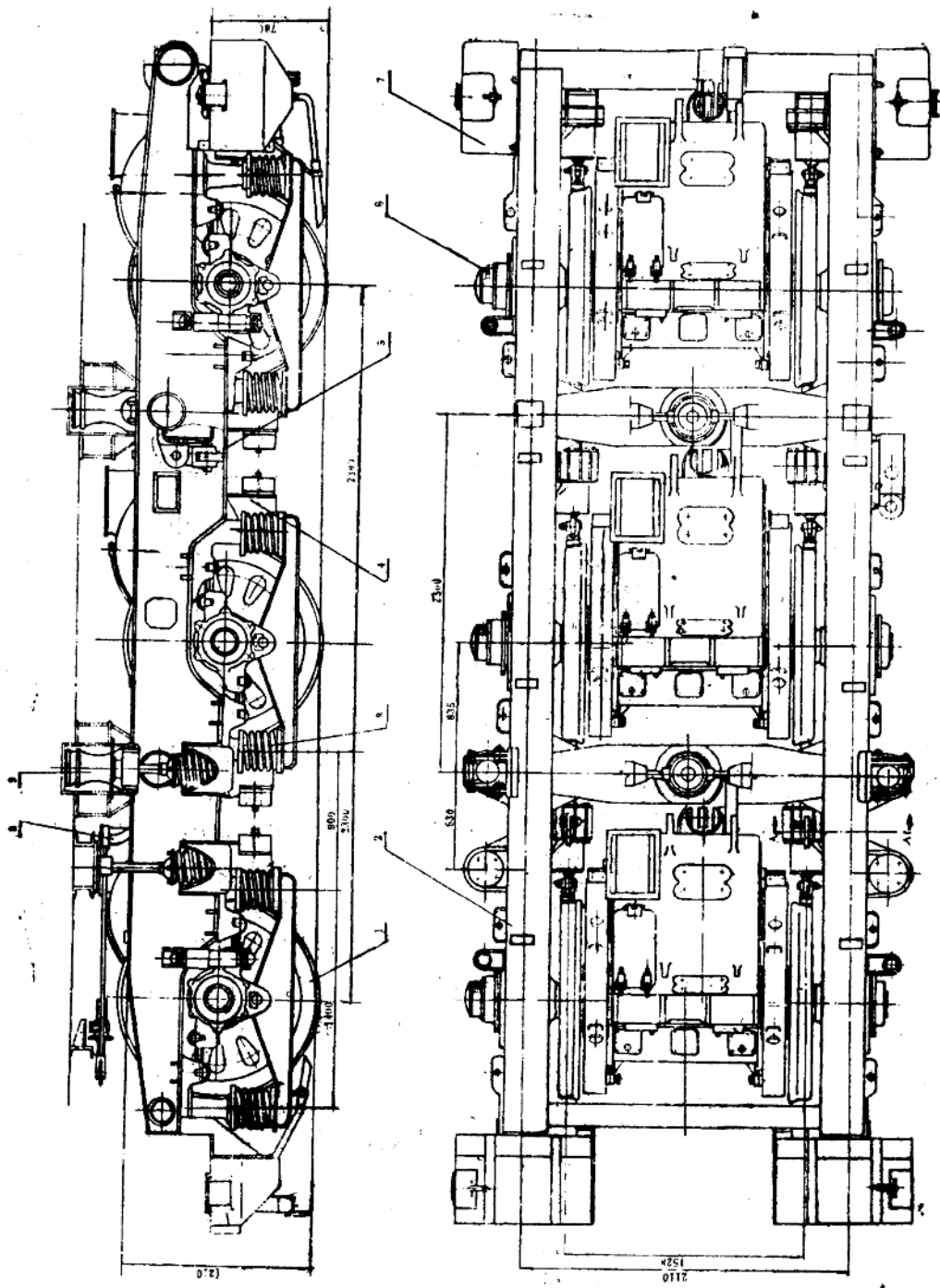


图1-13 SS₁型新型转向架

- 1—一对电机驱动装置
- 2—构架
- 3—系轴箱悬挂
- 4—基础制动装置
- 5—电机悬挂装置
- 6—接地线装置
- 7—沙箱
- 8—支承装置
- 9—手制动装置
- 10—轮缘喷油器装置

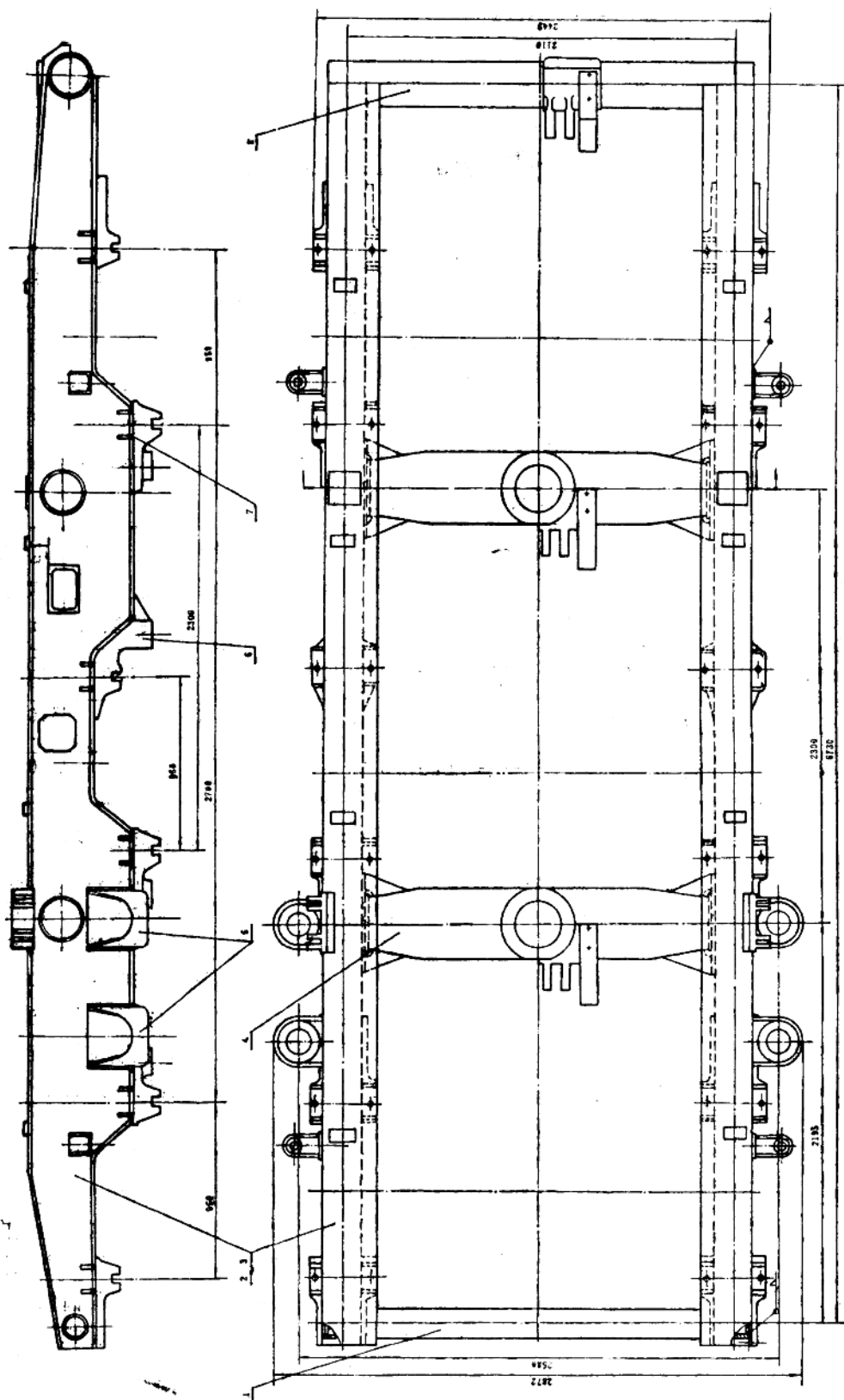


图1-14 SS₁型新型构架
 1—前端梁 2、3—左右侧梁 4—枕梁 5—旁承座 6、7—拉杆支座 8—后端梁