

四川省地方标准

DB51/T 3345—2025

400 km/h 高速铁路接触网 零部件设计规范

2025 - 12 - 23 发布

2025 - 12 - 31 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号 2

5 设计 2

6 材质要求 3

7 耐腐蚀要求 3

8 机械性能要求 3

9 紧固件要求 7

10 电气性能要求 7

附录 A （规范性） 检验规则与检验方法..... 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由四川省经济和信息化厅提出、归口、解释并组织实施。

本文件起草单位：中铁二院工程集团有限责任公司、长江沿岸铁路集团四川有限公司、西南交通大学、中国铁路成都局集团有限公司、宝鸡保德利电气设备有限责任公司、中铁建电气化局集团轨道交通器材有限公司。

本文件主要起草人：蔡俊宇、杨佳、张家玮、邵岩、鲁小兵、林宗良、张凯、刘志刚、李军、侯永昌、于杰、丁润、邓云川、肖琨、冉惟可、钟源、王瑞、杜清全、翁明阳、徐伟、韩宝峰、储文平、林建、刘如久、路海健、李大东、闫涛、王彦哲、陈奋飞、宋洋、陈龙、代玉林、关金发、陈俊卿、刘涛、祝幼强。

400 km/h 高速铁路接触网零部件设计规范

1 范围

本文件规定了400km/h高速铁路接触网零部件的术语和定义、适用条件及一般要求、主要装备技术条件、检验规则及检验方法。

本文件适用于400km/h高速铁路接触网零部件的技术性能要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 31.1 六角头螺杆带孔螺栓
- GB/T 91 开口销
- GB/T 699-2015 优质碳素结构钢
- GB/T 1173-2013 铸造铝合金
- GB/T 1591-2018 低合金高强度结构钢
- GB/T 3077-2015 合金结构钢
- GB/T 3098.1-2010 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3098.2-2015 紧固件机械性能 螺母
- GB/T 3098.6-2023 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3098.15-2023 紧固件机械性能 不锈钢螺母
- GB/T 5231-2022 加工铜及铜合金牌号和化学成分
- GB/T 6892-2023 一般工业用铝及铝合金挤压型材
- GB/T 8013.1-2018 铝及铝合金阳极氧化膜与有机聚合物膜 第1部分：阳极氧化膜
- GB/T 20078-2023 铜和铜合金 锻件
- GB/T 20878-2024 不锈钢牌号及化学成分
- GB/T 30016-2013 接触网用青铜板带
- TB/T 2073-2020 电气化铁路接触网零部件技术条件
- TB/T 2074-2020 电气化铁路接触网零部件试验方法
- TB/T 2075-2024 电气化铁路接触网零部件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

破坏荷载 failing load

按规定的试验方法，零件承受机械荷载时产生破坏的荷载值。

注：破坏是指零件发生断裂或表面出现裂纹或丧失使用功能或试验荷载不能继续上升的状况。

3.2

最大工作荷载 maximum working load

零件允许承受的最大设计荷载值。

3.3

滑动荷载 sliding load

试验荷载因零件与线索、零件与零件之间产生不超过 1.5mm 相对位移（螺纹锥套式线夹及楔形线夹类零件除外）而不能继续上升时的荷载值。

3.4

拉伸破坏荷载 tensile failing load

零件承受拉伸荷载产生破坏时的荷载值。

3.5

耐拉伸荷载 withstand tensile load

零件按规定的荷载值，承受一定时间的拉伸荷载试验时，不产生永久变形等异常状态的荷载值。

3.6

接触电阻 contact resistance

零件与线索连接（或夹紧）时，规定测点之间的电阻值。

3.7

允许温升 allowed temperature-rise

零件某一点的允许温度与基准温度（35℃）之差。

4 符号

下列符号适用于本文件。

L——为腕臂或定位管受力支点间的最大长度（mm）。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 接触网零部件设计应满足安全可靠、技术先进、经济适用、绿色智能等要求。

5.1.2 400 km/h 高速铁路接触网零部件设计应结合气象条件、线路情况及地震、地热等其他环境条件因素，充分考虑 400 km/h 速度需求，注重先进性与可靠性的协调匹配。

5.1.3 400 km/h 高速铁路接触网零部件设计应充分考虑速度提升引起的冲击荷载、气动效应、振动等接触网零部件产生的影响。

5.2 零部件设计

5.2.1 接触网基本结构设计风速 30 m/s。隧道内结构应考虑驶过列车引起的气动力的影响。

5.2.2 适用环境温度为一20℃～+40℃。

5.2.3 接触网悬挂类型宜采用全补偿弹性直链形悬挂。

5.2.4 接触网安装设计应符合机车车辆限界和受电弓动态包络线的要求。受电弓动态包络线横向摆动量宜按直线区段 250 mm、曲线区段 350 mm 设计，动态最大抬升量不应小于 150 mm。

5.2.5 接触网系统设计使用年限不宜小于 30 年。

5.2.6 正线接触线宜采用 150 mm² 标称截面的铜合金导线，额定工作张力宜为 36 kN；正线承力索宜采

用 120 mm² 标称截面的铜合金绞线，额定工作张力宜为 27 kN。接触线、承力索的张力偏差不应大于其额定工作张力的 5%。

5.2.7 接触网零部件的通用技术条件除满足本规范外应符合 TB/T 2073 的规定。

6 材质要求

6.1 一般规定

接触网零部件宜根据其使用功能、机械性能、耐环境性能及经济合理性等因素综合确定，可选用钢、铜及铜合金、铝及铝合金、不锈钢等其他适用材料。

6.2 钢

优质碳素结构钢应符合 GB/T 699-2015 的规定，牌号为 20；低合金高强度结构钢应符合 GB/T 1591-2018 的规定，牌号不低于 Q355B；合金钢应符合 GB/T 3077-2015 的规定，牌号不低于 40Cr。

6.3 铜及铜合金

纯铜应符合 GB/T 5231-2022 的规定，牌号为 T2；铝青铜应符合 GB/T 5231-2022 的规定，牌号为 QA19-4、QA110-4-4 或 QA110-5-5；硅青铜锻件应符合 GB/T 20078-2023，牌号为 CuNi2Si；硅青铜棒应符合 GB/T 5231-2022，牌号为 QSi0.6-2.1；硅青铜带应符合 GB/T 30016-2013，牌号为 QSi0.6-2.1。

6.4 铝及铝合金

纯铝应符合 GB/T 6892-2023 的规定，牌号为 1050A；型材及锻造铝合金应符合 GB/T 6892-2023 的规定，牌号为 6082。铸造铝合金应符合 GB/T 1173-2013 的规定，牌号为 ZL114A。

6.5 不锈钢

不锈钢零部件（不含紧固件）应符合 GB/T 20878-2024 的规定，采用奥氏体不锈钢。

7 耐腐蚀要求

7.1 钢制零件

钢制零件表面应进行热浸镀锌防腐处理，应符合 TB/T 2073 中规定。

7.2 铝合金零件

铝合金型材零件表面应按 GB/T 8013.1-2018 进行阳极氧化处理，膜层级别大于或等于 AA10 级；铝合金铸造及锻造零件表面应进行钝化处理，膜层厚度大于或等于 10 μm。

8 机械性能要求

8.1 组成

接触网零部件应包含腕臂支撑和定位装置、中心锚结装置、整体吊弦装置、终端锚固装置、弹性吊索装置、棘轮补偿装置、电连接装置等。

8.2 一般规定

8.2.1 接触网零部件极限状态的检算应考虑各种荷载工况，包括但不限于永久荷载、可变荷载、风和冰荷载、事故荷载、施工和维修荷载、地震荷载等。

8.2.2 零部件应具有足够的静强度和疲劳强度，确保在最大工作载荷及动态交变载荷下不发生塑性变形或断裂。

8.3 腕臂支撑和定位装置要求

8.3.1 腕臂支撑和定位装置工作荷载要求

腕臂支撑和定位装置工作荷载应符合表1的规定。

表1 腕臂支撑和定位装置工作荷载类型

接触悬挂 工作类型	最大工作荷载组合		
	接触悬挂最大垂直荷载	承力索座处最大水平工作荷载	接触线最大水平工作荷载
工作支	4.0 kN	2.8 kN	3.0 kN
非工作支	4.0 kN	4.5 kN	5.5 kN

8.3.2 腕臂支撑和定位装置总体技术要求

腕臂支撑和定位装置应根据工程规定组合安装，并满足以下技术要求：

- a) 在表 1 所确定的最大工作荷载组合受力及腕臂支撑结构典型安装条件下，腕臂各部分挠度小于或等于 1.0% L；
- b) 在表 1 所确定的最大工作荷载组合受力的 1.5 倍及腕臂支撑结构典型安装条件下，腕臂和定位装置任何部位不发生开裂、塑性变形和滑移现象。

8.3.3 定位器总体技术要求

定位装置中各种类型的定位器应满足以下技术要求：

- a) 对各种类型的定位器施加最大工作荷载时：其结构长度方向的变形量（T 型定位器除外）应小于或等于 1.0% L；
- b) 对定位器施加耐拉伸荷载后不应产生塑性变形，耐拉伸荷载值应为最大工作荷载的 1.5 倍。

8.3.4 其他要求

8.3.4.1 腕臂支撑结构在最大工作荷载组合受力条件下应结构稳定、摆动灵活。

8.3.4.2 定位装置应满足设计规定的尺寸和功能，安装后应连接可靠、调整方便，在垂直地面及顺线路方向转动灵活。

8.3.4.3 工作支定位装置应满足正常运行不打弓的要求。

8.4 中心锚结装置

8.4.1 一般要求

8.4.1.1 中心锚结装置应能有效固定接触网承力索和接触线的中心位置，防止因温度、风荷载或其他动态荷载引起的纵向窜动，确保接触网系统的稳定性。

8.4.1.2 中心锚结装置应保证受电弓平稳过渡，无硬点或冲击振动。

8.4.2 接触线中心锚结装置性能要求

- 8.4.2.1 接触线中心锚结线夹本体成品表面硬度与接触线沟槽处硬度的比值应为 1.1~1.3, 线夹齿形的角度及公差应与接触线相匹配。
- 8.4.2.2 接触线中心锚结绳宜采用 JTMM70 铜镁合金绞线, 符合 TB/T 3111 的规定。
- 8.4.2.3 接触线中心锚结线夹与接触线之间的滑动荷载不应小于接触线张力的 1.05 倍。
- 8.4.2.4 接触线中心锚结线夹与接触线中心锚结绳之间的滑动荷载应满足在接触线中心锚结绳标称拉断力的 95%范围内, 接触线中心锚结绳不从线夹中滑脱;
- 8.4.2.5 应进行附录 A 规定的振动、疲劳试验。

8.4.3 承力索中心锚结装置性能要求

- 8.4.3.1 承力索中心锚结线夹各夹板成品表面硬度与承力索的比值应为 1.1~1.3。
- 8.4.3.2 承力索中心锚结线夹与承力索及承力索中心锚结绳之间的最大滑动荷载不应小于承力索张力的 1.05 倍。
- 8.4.3.3 承力索中心锚结线夹与接触线中心锚结绳之间的滑动荷载应满足在接触线中心锚结绳标称拉断力的 95%范围内, 接触线中心锚结绳不应从承力索中心锚结线夹中滑脱。
- 8.4.3.4 应进行附录 A 规定的振动、疲劳试验。

8.5 整体吊弦装置

8.5.1 一般要求

- 8.5.1.1 整体吊弦装置可选用有螺栓型整体吊弦装置或无螺栓型整体吊弦装置。
- 8.5.1.2 整体吊弦在竖直方向发生弯曲时, 接触线吊弦线夹不应碰撞心形护环一侧的吊弦线。
- 8.5.1.3 压接方式为对称均匀压接, 压接管、压线端子与吊弦线之间采用专用装备或工具压接; 压接后, 吊弦线在压接部位应无明显的损伤。

8.5.2 整体吊弦性能要求

- 8.5.2.1 整体吊弦装置的最大垂直工作荷载应为 1.3 kN。
- 8.5.2.2 接触线吊弦线夹与接触线间、承力索吊弦线夹与承力索间的滑动荷载不应小于 1.0 kN。
- 8.5.2.3 接触线吊弦线夹、承力索吊弦线夹的垂直破坏荷载不应小于 3.9 kN。
- 8.5.2.4 压接后, 吊弦线与压接管(或压接载流环)之间的滑动荷载不应小于 2.0 kN。
- 8.5.2.5 应进行附录 A 规定的振动、疲劳试验。

8.6 终端锚固装置

8.6.1 一般要求

- 8.6.1.1 终端锚固线夹的设计应满足机械及电气适应性要求。
- 8.6.1.2 楔子与线索的接触面应保持光滑平整, 无锐边、毛刺等缺陷。
- 8.6.1.3 终端锚固线夹安装完成后, 楔子与线索的接触应满足机械兼容性要求。
- 8.6.1.4 终端锚固线夹中线索不得滑移或松脱。

8.6.2 终端锚固装置性能要求

- 8.6.2.1 接触线终端锚固线夹最大工作荷载应为接触线张力的 1.05 倍。
- 8.6.2.2 接触线终端锚固线夹滑动荷载应满足在所连接接触线标称拉断力的 95%范围内, 接触线不应从线夹中滑脱及在线夹内和线夹端口处断线的要求。滑动荷载试验应重复 3 次, 并均满足 TB/T 2073 的要求。

- 8.6.2.3 接触线终端锚固线夹拉伸破坏荷载不应小于接触线最大工作荷载的 3 倍。
- 8.6.2.4 承力索终端锚固线夹最大工作荷载应为承力索张力的 1.05 倍。
- 8.6.2.5 承力索终端锚固线夹滑动荷载应满足在所连接绞线标称拉断力的 95%范围内, 绞线不应从线夹中滑脱及在线夹端口内断线的要求。滑动荷载试验应重复 3 次, 并均满足 TB/T 2073 的要求。
- 8.6.2.6 承力索终端锚固线夹拉伸破坏荷载不应小于承力索最大工作荷载的 3 倍。
- 8.6.2.7 应进行附录 A 规定的振动、疲劳试验。

8.7 弹性吊索装置

8.7.1 一般要求

- 8.7.1.1 弹性吊索装置应能有效吸收受电弓的动态抬升力, 减少接触线的上下波动, 确保弓网接触压力稳定, 避免拉弧或火花。
- 8.7.1.2 弓网动态工况下, 弹性吊索与腕臂支撑装置不能相磨。
- 8.7.1.3 弹性吊索线夹内径应与线材外径相匹配。
- 8.7.1.4 弹性吊索线夹夹持弹性吊索后的耐磨性能, 应保证线索不断丝断股。

8.7.2 弹性吊索装置性能要求

- 8.7.2.1 弹性吊索线夹的最大水平工作荷载应为 5 kN。
- 8.7.2.2 弹性吊索线夹与承力索之间的滑动荷载不应小于 7.5 kN。
- 8.7.2.3 弹性吊索线夹与弹性吊索之间的滑动荷载不应小于 7.5 kN。

8.8 棘轮补偿装置

8.8.1 一般要求

- 8.8.1.1 棘轮补偿装置轮体表面无裂纹、气孔、夹杂等铸造缺陷, 轮体绳槽和补偿绳楔腔内应平滑, 无毛刺或残渣。
- 8.8.1.2 棘轮应转动灵活、补偿绳固定楔子在楔腔内移动顺畅、无卡滞偏斜现象。
- 8.8.1.3 棘轮轴与棘轮轮体之间应为过盈配合双轴承结构, 端盖密封良好。
- 8.8.1.4 棘轮补偿装置的传动比宜为 1: 3。
- 8.8.1.5 断线制动可靠, 断线后坠砣串下降距离不应超过 200 mm。

8.8.2 棘轮补偿装置性能要求

- 8.8.2.1 棘轮补偿装置的上升或下降时的传动效率应大于或等于 97%; 试验方法应满足 TB/T 2074 的要求, 试验连续做两次, 两次结果相差小于或等于 2.0%, 相邻的两个测量点间传动效率之差应小于或等于 1.0%。
- 8.8.2.2 接触线用棘轮补偿装置最大工作荷载应为接触线张力的 1.05 倍, 破坏荷载不应小于接触线最大工作荷载的 3 倍。
- 8.8.2.3 承力索用棘轮补偿装置的最大工作荷载应为承力索张力的 1.05 倍, 破坏荷载不应小于承力索最大工作荷载的 3 倍。
- 8.8.2.4 接触线用浸沥青型复合材料补偿钢丝绳综合拉断力不应小于 95 kN; 试验方法应满足 TB/T 2074 的要求, 疲劳试验 20000 次后, 补偿绳破断值不应小于其综合拉断力的 90%。
- 8.8.2.5 承力索用浸沥青型复合材料补偿钢丝绳综合拉断力不应小于 75.4 kN; 试验方法应满足 TB/T 2074 的要求, 疲劳试验 20000 次后, 补偿绳破断值不应小于其综合拉断力的 90%。

8.9 电连接装置

8.9.1 一般要求

8.9.1.1 各种电连接线夹与被连接线索连接时，出线口过渡应做成圆滑状，连接处不得损伤线索。

8.9.1.2 组合安装状态下，电连接线夹的载流量不应小于被连接线索的载流量，电连接线夹与线索连接处的温升不应小于被连接线索的温升，且不得发生开裂、塑性变形和滑移现象。

8.9.2 电连接装置性能要求

8.9.2.1 接触线电连接线夹与软铜绞线之间压接后，接触线电连接线夹与接触线之间的滑动荷载不应小于 2.0 kN。

8.9.2.2 承力索电连接线夹与软铜绞线之间压接后，承力索电连接线夹与承力索之间的滑动荷载不应小于 2.0 kN。

8.9.2.3 零部件连接处接触电阻不应大于等长线的电阻。

8.9.2.4 接触线电连接线夹与线索连接处的温升不应大于被连接线索的温升，铜质零件允许最高温度应为 95℃，铜合金零件允许最高温度应为 150℃。

8.9.2.5 电热循环试验后接触线电连接线夹与导线连接处两端点之间的接触电阻值不应大于同等长度被连接线索的电阻值。

9 紧固件要求

9.1 一般要求

9.1.1 采用螺纹副结构作为紧固方式的零部件，螺纹副紧固件的紧固性能应满足接触网零件所受振动及交变载荷的使用要求。宜选用具有国家或行业标准的紧固件，其反复使用次数应满足预配、安装及运维的要求。

9.1.2 螺纹紧固件推荐紧固力矩标准值应符合 TB/T 2073-2020 中 5.6.6 的规定。特殊螺母的紧固力矩根据工程需要确定。

9.2 具体要求

9.2.1 碳钢螺栓、碳钢销钉应符合 GB/T 3098.1-2010 的规定，性能等级大于等于 5.6 级。

9.2.2 碳钢螺母应符合 GB/T 3098.2-2015 的规定，性能等级大于等于 6 级。

9.2.3 不锈钢销钉、不锈钢螺栓、U 螺栓应符合 GB/T 3098.6-2023 的规定，采用材料组别为 A4 的奥氏体不锈钢，性能等级为 70 级或 80 级。

9.2.4 不锈钢螺母应符合 GB/T 3098.15-2023 的规定，采用材料组别为 A4 的奥氏体不锈钢，性能等级为 70 级或 80 级。

9.2.5 不锈钢薄螺母应符合 GB/T 3098.15-2023 的规定，采用材料组别为 A4 的奥氏体不锈钢，性能等级为 035 级。

9.2.6 螺栓销应符合 GB/T 31.1 的规定。

9.2.7 开口销应符合 GB/T 91 的规定。

10 电气性能要求

10.1 一般要求

- 10.1.1 线索接续处两测点之间电阻应小于或等于同等长度被连接线索中电阻较大者。
- 10.1.2 零件的温升不应大于被接续线索的温升，不同材质的零件允许最高温度不应超过下列数值：
- 铜质为95℃；
 - 铝青铜合金、磷青铜合金为125℃；
 - 铜镍硅合金为150℃；
 - 铝质为80℃；
 - 铝镁硅合金为125℃，其余铝合金为90℃；
 - 钢质为125℃。
- 10.1.3 承受电气接续的所有零件的载流量不应小于被连接线索的最小载流量。

10.2 具体要求

- 10.2.1 线夹与线索导电接触面应涂导电脂，采用压接型电连接零件应用防氧化腐蚀的导电脂填充电连接零件压接部位内部的空隙。
- 10.2.2 电连接线夹应进行短路电热循环试验，应满足 TB/T 2073 的要求。在短路电热循环试验后的电阻值不应大于同等长度线索电阻值（对于不同的线索，其电阻值以较大者为准）。
- 10.2.3 整体吊弦在最大允许工作温度 95℃时，持续载流量不应小于 60 A（室内）、95 A（室外）；在最大允许工作温度 150℃时，持续载流量不应小于 95 A（室内）、135 A（室外）。

附 录 A
(规范性)
检验规则与检验方法

A.1 振动及疲劳试验要求（补偿装置、整体吊弦除外）

A.1.1 振动试验

振动试验应满足以下要求：

- 安装条件：按使用工作状态安装；
- 试验荷载：最大工作荷载；
- 波形：正弦波；
- 垂直振幅：55 mm；
- 频率：1 Hz～3 Hz；
- 循环次数： 2.6×10^6 次。

A.1.2 疲劳试验

疲劳试验应满足以下要求：

- 安装条件：按使用工作状态安装；
- 试验荷载及幅值：最大工作荷载±30%最大工作荷载；
- 波形：正弦波；
- 频率：1 Hz～3 Hz；
- 循环次数： 6.5×10^5 次；
- 除A.2外的接触网零部件的通用检验规则应符合TB/T 2073的规定，检验方法应符合TB/T 2074的规定。

A.2 整体吊弦振动疲劳试验方法及试验条件

A.2.1 整体吊弦振动疲劳试验方法

整体吊弦疲劳试验方法应满足 TB/T 2074-2020 第一号修改单的要求。

A.2.2 整体吊弦振动疲劳试验条件

整体吊弦振动疲劳试验应满足以下要求：

- 试验次数：200万次；
- 频率： $2 \text{ Hz} \pm 0.1 \text{ Hz}$ ；
- 压缩幅值： $70 \text{ mm} \pm 7 \text{ mm}$ ；
- 载荷幅值：载荷幅值目标值500 N。

A.3 检验项目和检验方法

接触网零部件的型式检验、出厂检验的检验项目和检验方法应符合 TB/T 2075、TB/T 2074 的规定。