

DB37

山东省地方标准

DB 37/ T XXXX—202X

智慧高速公路远距离供配电技术规范

Technical specifications for long-distance power supply and distribution in smart
expressways

（报批稿）

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

山东省市场监督管理局 发布

目 次

前 言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 缩略语	2
5 总体要求	2
6 供配电架构	3
7 电源	3
7.1 市电	3
7.2 新能源	3
8 输电	3
8.1 线缆选型	3
8.2 线缆敷设	4
8.3 线路保护	4
8.4 交流远供	4
8.5 直流远供	4
8.6 环网控制设备	4
9 负荷	4
9.1 负荷分级	5
9.2 负荷管控	5
10 储能	5
10.1 储能选型	5
10.2 储能设施	5
10.3 电能路由器	5
11 防雷与接地	6
12 能源监测与管控系统	6
12.1 系统架构	6
12.2 系统功能	7

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。

本文件的部分内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省交通运输厅提出并组织实施。

本文件由山东省交通运输标准化技术委员会归口。

智慧高速公路远距离供配电技术规范

1 范围

本文件规定了智慧高速公路远距离供配电架构、电源、输电、负荷、储能、防雷与接地、能源监测与管控系统等方面的技术要求，描述了对应的证实方法。

本文件适用于新建、改扩建智慧高速公路交流1500 V 及直流1000 V 以下，距离 ≥ 2 km 供配电系统设计及建设实施。

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 3953 电工铜圆线
GB/T 3955 电工圆铝线
GB/T 3956 电缆的导体
GB/T 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 总则
GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差
GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
GB/T 15945 电能质量 电力系统频率偏差
GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
GB/T 36558 电力系统电化学储能系统通用技术条件
GB/T 37048 高速公路机电系统防雷技术规范
GB/T 37408-2019 光伏发电并网逆变器技术要求
GB/T 39462 低压直流系统与设备安全导则
GB/T 40097-2021 能源路由器功能规范和技术要求
GB/T 42288 电化学储能电站安全规程
GB 44240 电能存储系统用锂蓄电池和电池组安全要求
GB/T 44769 能源互联网数据平台技术规范
GB 50052 供配电系统设计规范
GB 50054 低压配电设计规范
GB 50055-2011 通用用电设备配电设计规范
GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB 50217 电力工程电缆设计标准
GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范
GB/T 51366 建筑碳排放计算标准
NB/T 11208 低压直流配电保护设备通用要求
DB37/T 4541—2022 智慧高速公路建设指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智慧高速公路 smart expressways

基于安全畅通、优质体验、高效管理的业务需求，以数据为主线，通过提升基础设施数字化、网络智能化水平、供配电系统智能化，构建多层次业务智慧化应用，实现人、车、路、环境深度融合的高速公路。

[来源：DB37/T 4541-2022, 3.1, 有修改]

3.2

交流远供 AC remote supply

在高速公路中，通过集中设置的交流电源装置，采用交流供电线路将电能远距离传输至沿线需供电的设备，以实现远距离供电的方式。

3.3

直流远供 DC remote supply

在高速公路中，通过集中设置的直流电源装置，采用直流供电线路将电能远距离传输至沿线需供电的设备，以实现远距离供电的方式。

3.4

电能路由器 electric energy router

部署于高速公路路侧供配电系统中的一种能够连接多种电能输入、输出端口，具备对电能进行灵活控制、智能调配、优化管理以及双向流动管理功能的智能化电力电子装置。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ETC：电子不停车收费（Electronic Toll Collection）

5 总体要求

5.1 智慧高速公路远距离供配电设计与建设应按照负荷性质、用电容量、工程特点、地区供电条件和新能源建设情况统筹规划，确定建设方案，应做到保障人身及设备设施安全，供电可靠，技术先进和经济可行。

5.2 智慧高速公路远距离供配电覆盖的范围不包括服务区、收费站、隧道等区域的机电系统。

5.3 智慧高速公路远距离供配电宜配置新能源发电系统。

5.4 高速公路路侧用电设备采用分级、分组、分梯次管控，每一分组设备宜对其进行单独的开闭控制并监测其运行状态。

5.5 高速公路能源管控系统宜采用统一系统软件平台，监测供电与用电回路的参量和状况，涵盖数据采集、数据分析、态势感知、指令下发和能源管控等功能。

5.6 本文件所涉及的产品应符合国家现行相关标准与规范的要求，满足智慧高速公路运行需求，达到安全性、可靠性、节能性合规指标。

6 供配电架构

6.1 智慧高速公路远距离供配电宜以收费站、服务区、隧道、互通立交等市电接入点为中心节点，通过交流或直流远距离供电技术，向路侧设备供电，架构图见图 1。

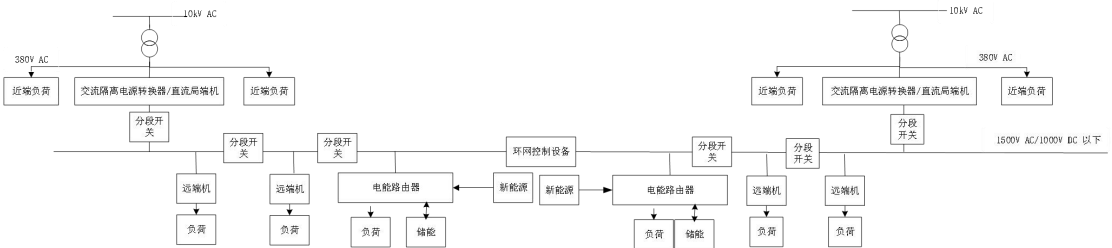


图 1 智慧高速公路远距离供配电架构图

- 6.2 智慧高速公路远距离供配电可采用交流远供或直流远供方式。
- 6.3 智慧高速公路远距离供配电可根据系统用电负荷需求，输出交流、直流电能。
- 6.4 智慧高速公路远距离供配电应减少交直流变换次数，降低损耗。
- 6.5 智慧高速公路远距离供配电线路宜在相邻的远端负荷之间设置分段开关，配备测控终端，具备远程通信功能，监测电参量，进行分合闸操作，配置后备电源。

7 电源

7.1 市电

- 7.1.1 电压额定值及变动范围应符合 GB/T 12325 的规定。
- 7.1.2 市电侧功率因数应符合 GB/T 15945 的规定。
- 7.1.3 市电侧电压总谐波畸变率、电流总谐波畸变率应符合 GB/T 14549 的规定。

7.2 新能源

- 7.2.1 宜根据高速公路路侧条件，配置光伏发电、风力发电等新能源发电系统，作为供电系统的辅助电源。
- 7.2.2 新能源发电系统应符合当地并网政策，采用可逆并网方式。
- 7.2.3 新能源发电系统并网应考虑因新能源接入而引起的公共电网潮流变化，用户侧的电能质量和功率因数应符合电网要求，并应根据公共电网要求进行储能等设备配置，服从电网的调度。

8 输电

8.1 线缆选型

- 8.1.1 电力电缆导体
 - 8.1.1.1 电缆导体材质可选用铜导体、铝或铝合金导体。
 - 8.1.1.2 电缆导体结构和性能参数应符合 GB/T 3953、GB/T 3955 和 GB/T 3956 的规定。
- 8.1.2 电缆绝缘类型选择应符合下列规定：

- a) 根据运行可靠性、施工和维护方便性以及允许工作温度与造价等因素选择;
- b) 符合电缆耐火与阻燃的要求;
- c) 符合环境保护的要求。

8.2 线缆敷设

8.2.1 线缆可采用电缆沟、穿管、桥架等敷设方式，不宜采用架空敷设方式。

8.2.2 电缆的排列、穿管数量、分隔应符合 GB 50217 的相关规定。

8.3 线路保护

8.3.1 配电线路应装设短路保护和过负荷保护。

8.3.2 配电线路装设的上下级保护电器，其动作特性应具有选择性，且各级之间应能协调配合。

8.3.3 用电设备末端配电线路的保护，应符合 GB 50055-2011 的有关规定。

8.3.4 除当回路相导体的保护装置能保护中性导体的短路，而且正常工作时通过中性导体的最大电流小于其载流量外，尚应采取当中性导体出现过电流时能自动切断相导体的措施。

8.3.5 线路应进行防潮防火处理。

8.4 交流远供

8.4.1 当采用交流远供时，交流供电电压等级不宜高于 1500 V，宜采用单相供电。

8.4.2 路侧分布式交流负荷可采用链式配电。

8.4.3 交流电源装置应符合以下要求：

- a) 具有过流、过压保护功能；
- b) 采用模块化热插拔结构；
- c) 软件和硬件采用抗干扰设计；
- d) 设有遥控功能及通讯接口；
- e) 根据负荷情况对回路的运行参数进行监控。

8.5 直流远供

8.5.1 当采用直流远供时，直流供电电压不宜高于 1000 V。

8.5.2 路侧分布式直流负荷可采用链式配电。

8.5.3 直流电源装置应符合以下要求：

- a) 具有过流、过压保护功能；
- b) 采用模块化热插拔结构；
- c) 软件和硬件采用抗干扰设计；
- d) 设有遥控功能及通讯接口；
- e) 根据负荷情况对回路的运行参数进行监控。

8.5.4 直流系统及设备保护与安全应符合 GB/T 39462 的相关规定。

8.6 环网控制设备

8.6.1 宜于相邻两站点供电回路交界处安装环网控制设备，实现相邻站点的能源互备。

8.6.2 环网控制设备性能、功能、结构要求应符合 GB/T 7251.1 的规定。

9 负荷

9.1 应根据对供电可靠性的要求及中断供电对交通安全、人身安全、经济损失所造成的影响程度对负荷进行分级，参考 GB 50052 的内容并应符合下列规定：

- a) 若中断供电将造成人身伤害、造成重大经济损失、影响重要用电单位正常工作或造成公共秩序混乱的负荷，属于一级负荷，如应急设备、通讯设备、监控设备、ETC 门架等；
- b) 若中断供电将造成经济较大损失、影响较重要用电单位的正常工作或造成公共场所秩序混乱的负荷，属于二级负荷，如情报板门架、信息发布设备等；
- c) 不属于一级和二级负荷者为三级负荷。

9.2 负荷管控

9.2.1 优先保障一级负荷的供能，供电不足时对三级、二级负荷进行分级、分批次切除。

9.2.2 当路侧用电设备启停对供电系统有较大冲击时，宜增加防冲击措施并分梯次管控。

9.2.3 当跨站点延长供电时，宜根据距离、供电能力对所辖范围的三级、二级负荷进行分批次切除，确保负荷功率不大于供电功率。

10 储能

10.1 储能选型

10.1.1 储能容量和功率应根据实际需求进行规划，包括电力负荷、电能质量、功率平衡等因素。

10.1.2 储能选型应考虑安全、寿命、环保、成本等要求，储能性能要求应符合 GB/T 36558 的要求。

10.2 储能设施

10.2.1 储能设施并网点应安装易于操作、可闭锁、具有明显开断点、可实现可靠接地功能的开断设备，具备开断故障电流的能力，可就地或远方操作。

10.2.2 储能设施并网点处的保护应与接入电网的保护相协调配合，以确保储能设施和电网的安全。

10.2.3 储能设施接入电网应具有保证人身、设备和电网安全稳定运行的相应措施。

10.2.4 储能设施消防等安全措施应符合 GB/T 42288、GB 44240 的规定。

10.3 电能路由器

10.3.1 电能路由器最大输入电流或功率应不超过额定输入的 110 %，输出电流或输出功率的偏差应在标称的额定值的+10 %以内，电压偏差 $\leq \pm 10\%$ 。

10.3.2 电能路由器宜有局部自治与群控协同功能。

10.3.3 电能路由器其他技术要求应符合 GB/T 37408-2019、GB/T 40097-2021 的要求，架构示意图见图 2。

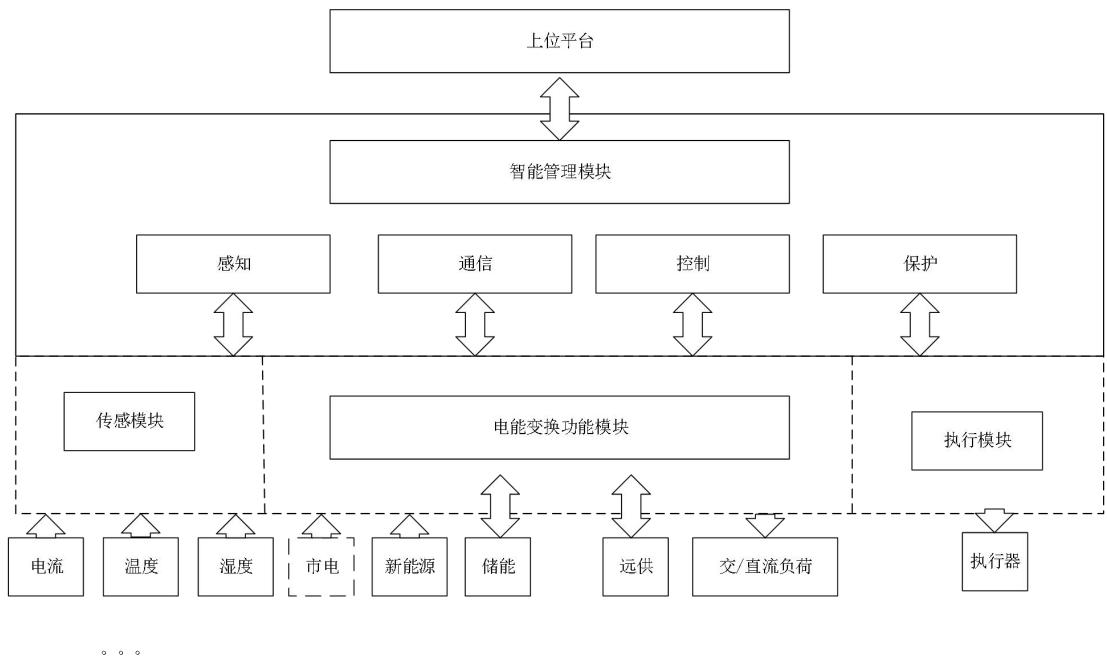


图 2 电能路由器架构示意图

11 防雷与接地

- 11.1 防雷系统应包括雷电防护和雷电电磁脉冲防护。
- 11.2 防雷设计应根据地质、地貌、气象、环境等条件和雷电活动规律以及被保护物的特点等，因地制宜地采取防雷措施，防止或减少雷击所引发的人身伤亡和财产损失，以及雷电电磁脉冲引发的电气和电子系统的损坏和错误运行。
- 11.3 防雷设计除应符合本文件的规定外，应符合 GB/T 37048、GB 50057 和 GB 50343 的规定。
- 11.4 户外变配电设备外壳应接地，接地电阻应不大于 1 Ω。
- 11.5 接地设计应符合 GB/T 37048、GB 50057 的规定。

12 能源监测与管控系统

12.1 系统架构

- 12.1.1 系统组成应符合以下规定，架构如图 3 所示：
 - a) 系统由软件平台和设备组成；
 - b) 平台包括平台监控主站和平台监控子站，依据实际需要可设置于变配电所、主控室等处；
 - c) 设备包含智能终端、集中器、采集器等，依据实际需求设置于相应的位置。

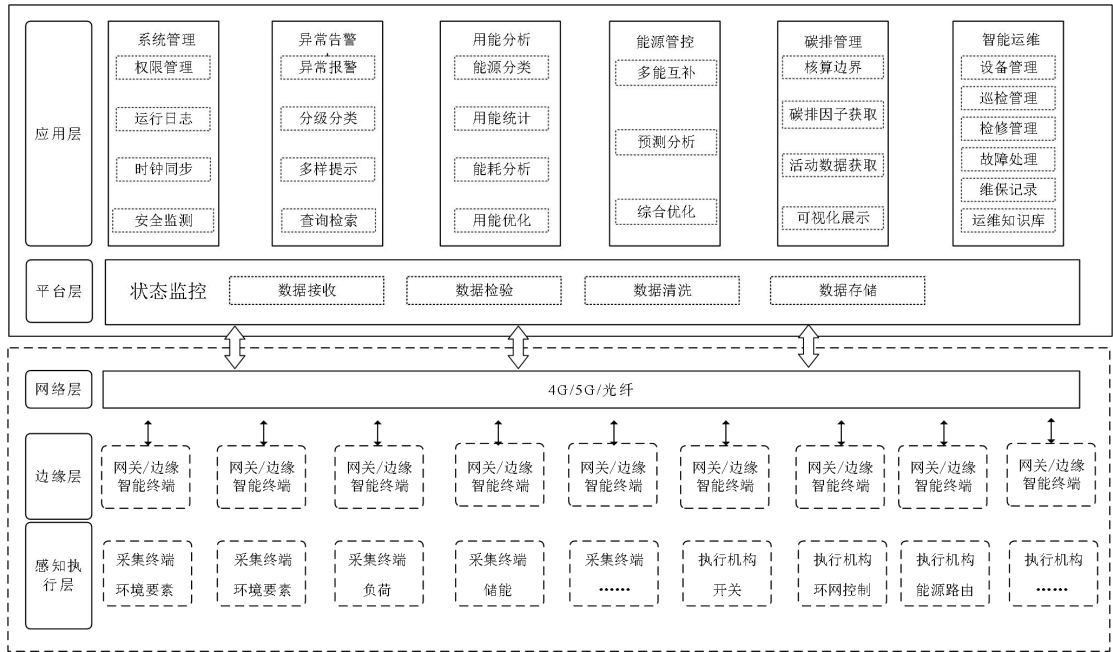


图 3 能源监测与管控系统架构图

12.1.2 架构要求

- 12.1.2.1 感知执行层应通过传感器、执行机构等设备装置，实现智慧高速公路能源信息的采集，接收平台指令实现运行状态调整。
- 12.1.2.2 边缘层应具备协议转换、策略分解、即时控制等功能，对感知装置采集的相关数据进行处理和分析。
- 12.1.2.3 网络层应兼容 4G/5G/光纤等信号传输方式，实现智慧高速公路各处信息互通。
- 12.1.2.4 平台层宜具备接收、校验、清洗、存储等功能，为管理、分析、控制提供基础数据。
- 12.1.2.5 应用层宜具备状态监控、用能分析、能源管控、能源优化等功能。

12.2 系统功能

12.2.1 系统功能配置应符合表 1 的规定。

表 1 能源监测与管控系统功能配置

功能名称	必备功能	可选功能
状态监控	✓	
系统管理	✓	
异常告警	✓	
用能分析		✓
能源管控	✓	
碳排管理		✓
智能运维		✓

- 12.2.2 系统管理负责保障能源管控系统的稳定运行与权限控制，宜支持多角色用户登录和权限配置管理，同时具备完善的运行日志、系统对时及网络安全功能。
- 12.2.3 状态监控宜实时或定时收集高速公路能源管控系统管理范围内的各项能源状态数据，建立历史数据库，存储需要保存的数据，保存的数据类型参照 GB/T 44769 的规定。
- 12.2.4 异常告警宜实现对能源系统各类异常状态的及时识别与响应，宜采用短信通知、手机 APP 推送等方式进行提示。

12.2.5 用能分析应对高速公路能源设备及其使用场景进行用能统计，应用实时曲线、历史曲线、同比环比曲线等分析各项用能指标。

12.2.6 能源管控应具备向各种能源装置和系统接口下达模式指令的功能，通过管理控制指令，实现高速公路各类能源的综合优化、匹配及再分配。

12.2.7 碳排管理宜搭建数字信息展示平台，具备碳盘查、碳核算、碳管理等功能，核算方式符合 GB/T 32150、GB/T 51366 的标准。

12.2.8 智能运维应具备设备管理、巡检管理、检修管理、故障处理、维保记录、运维知识、故障预测等功能。
