

通信线路及其他设施 电磁干扰防护 工程设计指南



铁道部工程设计鉴定中心 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

通信线路及其他设施电磁 干扰防护工程设计指南

铁道部工程设计鉴定中心·编著

中国铁道出版社

2009年·北京

图书在版编目(CIP)数据

通信线路及其他设施电磁干扰防护工程设计指南/铁道部工程设计鉴定中心编著. —北京:中国铁道出版社, 2009. 7

ISBN 978-7-113-10089-6

I. 通… II. 铁… III. 电气化铁路-通信线路-电磁干扰-防护-工程设计 IV. U228. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 124673 号

书 名:通信线路及其他设施电磁干扰防护工程设计指南
作 者:铁道部工程设计鉴定中心 编著

责任编辑:朱雪玲 魏京燕 电话:010-51873146
电子信箱:dianwu@vip. sina. com

封面设计:郑春鹏
责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

网 址:<http://www. tdpress. com>

印 刷:北京铭成印刷有限公司

版 次:2009年9月第1版 2009年9月第1次印刷

开 本:850 mm×1 168 mm 1/32 印张:7. 75 字数:201 千

书 号:ISBN 978-7-113-10089-6/TN·172

定 价:30. 00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

内 容 简 介

本书首先对电气化铁路电磁干扰影响形成的原理、影响范围、技术标准、参数取值和影响计算作了基本介绍；其次重点介绍了目前受电气化铁路影响的各种无线设施的干扰影响原理、防护标准和防护措施，并附有工程设计实例；然后对铁路沿线的输油、气管道和易燃、易爆品库的电磁防护，从影响原理、规范标准和工程实例，作了系统的分析和介绍；最后针对预可研、可研、初步设计和施工配合全过程，从各个阶段的工作流程、文件组成、施工配合和概算编制作了全面详尽的表述。

本书可作为铁路各设计院电磁干扰防护专业人员设计作业指南和参考书籍，也可供电磁干扰防护工程技术人员、工程施工人员和运营维护人员参考使用。

编辑委员会

主 编:周孝文

副 主 编:刘丽华 曾祥可

编 委:谢 宏 张钦军 龙卫民 段永奇
李显欣 张育明 路长平 赵树学
冯敬然 刘芳林 李闰生 张林昌
黄继东

参 编 人 员:刘丽华 曾祥可 李瑞清 郭 成
刘 宇 韩庆辉 于宗占 袁绍华
吴国庆 朱铁栓 高玉民 刘国富

主 编 单 位:铁道部工程设计鉴定中心

主要参编单位:中铁二院工程集团有限公司

参 编 单 位:北京电铁通信信号设计院
中铁第四勘察设计院集团有限公司
中铁第一勘察设计院集团有限公司
铁道第三勘察设计院集团有限公司

序

根据我国《中长期铁路网规划》，到 2020 年我国铁路营业里程将达到 12 万公里以上，其中，电气化率将达到 60% 以上。随着铁路建设标准的大幅提高，作为电气化铁路建设的重要组成部分，电气化铁路电磁干扰防护工作的内涵越来越丰富，要求也愈来愈高。

进入新世纪以来，随着科学技术的迅猛发展，各种对周边电磁环境要求越来越高的电子产品和弱电系统大量涌现，电气化铁路对周边环境的电磁影响越显突出。合理解决电气化铁路与周边弱电系统的电磁兼容，已成为电气化铁路建设必须解决的一个重要任务和课题。目前电磁干扰防护工程设计已由初期对电信、广播线路电磁影响防护，发展到对机场仪表着陆系统、导航台站、短波收信台、短波测向台、地震台、雷达站、气象台、卫星地球站等多学科多专业的电磁影响防护。同时，铁路沿线输油、气管道的电磁影响防护和专用铁路线易燃、易爆品库（油库）的电火花防护也纳入铁路电磁干扰防护设计范围。这给电气化铁路电磁干扰防护工程设计提出了新的要求和挑战，同时也给电磁干扰防护工程设计带来了新的发展机遇和空间。

为解决当前电磁干扰防护工程设计面临的新问题，规范各设计院电磁兼容防护设计的设计标准和文件组成内容，铁道部工程设计鉴定中心组织有关单位共同编写了《通信线路及其他设施电磁干扰防护工程设计指南》一书。该书重点介绍了目前受电气化铁路影响的各种无线设施的干扰影响原理、防护标准和措施，并对铁路沿线的输油、气管道和易燃、易爆品库电磁防护的影响原理和规范标准作了系统的分析和介绍，为电磁干扰防护工程设计与实施提供了有益的借鉴和指导，具有工具书的作用。其内容包含理

论介绍、技术标准、参数取值、影响计算和工程实例等,重点突出,图文并茂,具有较强的现实性和针对性,相信大家会有所帮助。

当前我国铁路建设正处在难得的黄金机遇期,规范和完善电磁干扰防护设计标准和设计程序,对加快我国电气化铁路乃至整个铁路网的建设有着积极的现实意义。希望广大建设、设计人员积极探索,不断总结经验,为我国电气化铁路建设作出新的成绩和贡献。

刘佳

二〇〇九年五月

前 言

自 1961 年我国第一条电气化铁路——宝成铁路宝鸡至凤州段建成以来,通过近半个世纪的发展,我国电气化铁路在通车里程、建设标准和新技术采用等各个方面都取得了突飞猛进的发展。电气化铁路已由单线、复线电气化铁路,发展到高速铁路、客运专线和城际铁路等多种满足不同需求的电气化铁路。电气化铁路供电方式也由简单的直供方式,发展到 BT、AT 等多种供电方式。

电气化铁路电磁干扰防护工程设计是电气化铁路设计中的重要组成部分。在电气化铁路发展的同时,电磁干扰防护工程设计也逐步由单一的对电信线路电磁干扰防护,发展成为涵盖多专业电子系统和设施的一门综合性学科。随着各种新技术的不断涌现,电磁干扰防护工程设计涵盖的范围也越来越广,这对电磁防护工程设计提出了新的挑战。通过分析目前所面对的形势,制定出适应现阶段电气化铁路发展的电磁干扰防护技术设计作业流程,规范和统一各设计阶段电磁干扰防护工程设计的标准和文件编制,对加快我国电气化铁路的发展具有非常重要的现实意义。

进入 21 世纪以来,我国铁路建设发生了翻天覆地的变化,由单线、复线、客货共线电气化铁路,发展为高速铁路、客运专线和城际铁路等满足不同需求的现代化铁路运输网,为运输服务的铁路通信及信息化技术也随之同步发展。随着通信技术的发展,架空明线逐步淘汰,长途电缆基本由光缆线路取代,无线通信多样化,各种导航设施、雷达设备、广播电视设施和无线基站大量涌现。电信运营部门也由中国电信一家,变为中国电信、中国移动及中国联通等多家电信运营商。另外,电气化铁路沿线的油库电火花防护和输油、气管道防护,也纳入电磁干扰防护工程设计范围,这就给

电磁防护工程设计赋予更新的内容和更宽的范围。在这种新的形势下,原有的通信电磁干扰防护技术标准、技术政策和技术措施很多已基本不能适应当前的形势发展需要,急需修改和完善。

针对目前情况,由铁道部工程设计鉴定中心组织编写的《通信线路及其他设施电磁干扰防护工程设计指南》一书,统一各设计院电磁干扰防护专业的设计文件组成、技术标准、设计流程等工作程序和内容,以便更好地面对新形势,进一步提高电磁干扰防护设计质量。

本书可作为铁路各设计院电磁干扰防护专业人员设计作业指南和参考书籍,也可供电磁干扰防护工程技术人员、工程施工人员和运营维护人员参考使用。

由于时间仓促,水平有限,难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

作者
二〇〇九年五月

目 录

第一章 电气化铁路	1
第一节 电气化铁路概述.....	1
第二节 接触网的供电方式.....	5
第三节 电气化铁路接触网	10
第二章 交流电气化铁路的电磁干扰影响	15
第一节 电磁干扰影响概述	15
第二节 电磁干扰影响防护设计内容	21
第三节 电磁环境要求	22
第三章 通信线路电磁干扰防护	27
第一节 电磁干扰影响计算的参数取值	27
第二节 电磁干扰影响计算	44
第三节 概(预)算编制及施工配合	48
第四节 有线通信线路的防护措施	51
第四章 无线通信设施电磁干扰防护	57
第一节 航空无线电导航台站的防护	57
摘录 1:《航空无线电导航台站电磁环境要求》 (GB 6364—86)	74
第二节 对空情报雷达站的防护	84
摘录 2:《对空情报雷达站电磁环境保护要求》 (GB 13618—92).....	96
第三节 短波无线电测向台(站)的防护.....	104

摘录 3:《短波无线电测向台(站)电磁环境要求》 (GB 13614—92)	109
第四节 短波、超短波收信台(站)的防护	116
摘录 4:《短波无线电收信台(站)电磁环境要求》 (GB 13617—92)	120
摘录 5:《交流电气化铁道对短波、超短波收信台(站) 无线电干扰的防护距离》(TB/T 2679—1995)	126
第五节 地震台站的防护	129
摘录 6:《地震台站观测环境技术要求》 (GB/T 19531—2004)	149
第六节 卫星通信地球站和气象台站的防护	155
第七节 电视差转台、调幅广播收音台的电磁干扰 防护	164
摘录 7:《交流电气化铁道对电视差转台的防护距离》 (TB/T 2823—1997)	170
摘录 8:《交流电气化铁道对调幅广播收音台无线电 干扰的防护距离》(TB/T 2464—93)	173
第五章 油、气管道及油库电磁干扰防护	176
第一节 油、气管道电磁干扰防护	176
第二节 油库(易燃、易爆品库)电磁干扰防护	186
摘录 9:《交流电气化铁道对油(气)管道(含油库)的影响 容许值及防护措施》(TB/T 2832—1997)	191
摘录 10:《原油、天然气长输管道与铁路相互关系的若 干规定》[(87)油建字第 505 号、铁基(1987) 780 号]	193
第六章 电磁干扰防护设计及设计文件编制	199
第一节 文件编制的依据及范围	199

第二节	新建(改建)铁路	199
第三节	铁路枢纽的文件组成和内容	227
附录	中华人民共和国国务院令(第 409 号)	228

第一章 电气化铁路

第一节 电气化铁路概述

一、电气化铁路

(一) 电气化铁路及其特点

利用电能作为牵引动力的铁路称为电气化铁路,电气化铁路的牵引动力是电力机车。在提高铁路运输能力、改善铁路运营管理、合理利用资源和保护生态环境方面,电力牵引是目前世界上最理想的铁路牵引方式,是铁路现代化的发展方向。目前世界各国的高速铁路几乎都使用电力牵引。

发电厂利用各种能源发电后输入高压电网,通过高压输电线输送到铁路牵引变电所,牵引变电所经过变压后,送入铁路接触网,电力机车即可从接触网中获取电能,牵引列车运行。所以电力机车所需的能量可以从多种形式的能源转换而来,电气化铁路是一种经济、环保和节能的交通运输工具。

电力机车的主要优点是:功率大、热效率高、速度快、运载能力强、运行可靠、环保节能。电力机车的能量由外部供电系统提供,利于制造各种大功率机车,具有较强的牵引动力,对机车起动、重载和通过长大坡道非常有利。由于电力机车本身不设原动力,不烧煤、不燃油,改善了机车乘务人员及沿线养护人员的劳动条件,同时也为广大乘客创造了舒适的旅行环境。

我国电气化铁路采用单相工频交流供电制式,接触网额定电压采用 25 kV。电力牵引的供电回路采用接触网—钢轨(大地)方式,属于不平衡供电系统,这种不平衡供电系统,将对周围空间产生电场和磁场,对铁路沿线各种弱电设施存在电磁干扰影响。同

时,高速运行的电力机车,其牵引机车上的受电弓与接触网接触,产生的电火花将对周边的无线电设施产生干扰影响。

(二)电气化铁路的供电系统

1. 电气化铁路供电系统的组成

电气化铁路供电系统由路外供电部分和路内供电两部分组成。由地方发电厂(或变电所)经高压输电线路引入铁路牵引变电所,属路外供电部分;由铁路牵引变电所牵引变压器变压,经馈电线和接触网从机车受电弓引下供给电力机车,再从轨道、大地或回流线返回牵引变电所,这部分属路内供电部分,见图 1-1。

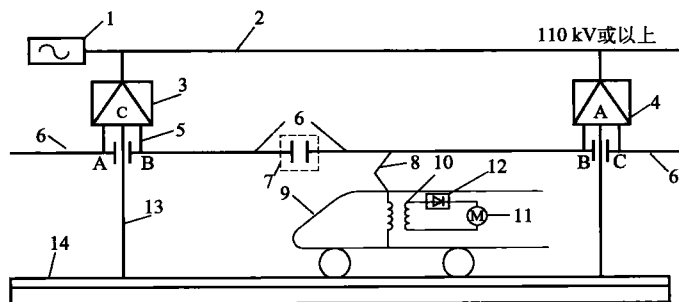


图 1-1 供电系统组成图

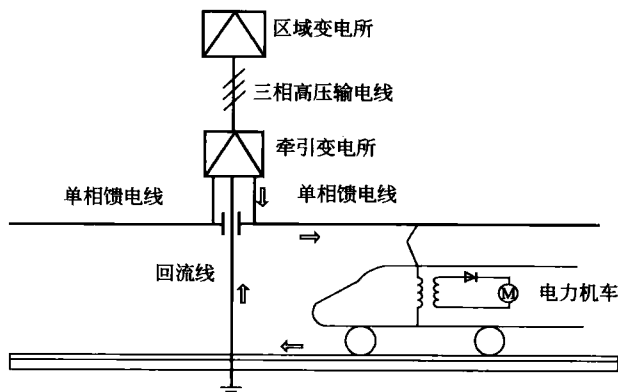
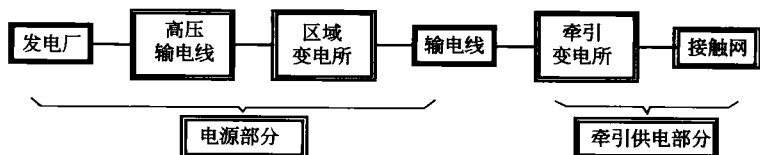
- 1—发电厂;2—高压输电线路;3、4—铁路牵引变电所;5—馈电线;6—接触网;
7—分区所;8—受电弓;9—电力机车;10—机车主变压器;11—牵引电机;
12—整流装置;13—回流线;14—轨道。

2. 牵引供电系统

电气化区段的供电系统包括外部电源设备(发电厂、电站和输电线路)、牵引变电所和接触网;除电源部分外,其余即为电气化铁路的牵引供电系统,如图 1-2 所示。

3. 牵引供电系统的供电原理

牵引供电系统主要由牵引变电所和牵引网两大部分组成。牵引变电所的主要设备是变压器。牵引网主要由接触网、馈电线、轨道和回流线组成。牵引供电系统的供电原理如图 1-3 所示。



二、牵引变电所

(一) 牵引变电所的作用

电气化铁路的牵引负荷是一级负载,要求有最大的供电可靠性。牵引变电所的任务是将供电部门送至的 110 kV(或 220 kV)三相高压交流电,经变电处理后,以 27.5 kV(AT 供电方式下是 2×27.5 kV)的单相交流电的形式,将电能经馈电线送至铁路接触网。

铁路牵引变电所通常设置两台变压器及两条输电回路向牵引网供电,保证在一回路输电线故障或检修时,另一回路输电线可承担输电任务,不会引起牵引变电所中断供电。

(二) 牵引变电所的设置

牵引变电所的分布是由供电计算并综合考虑一些其他因素确定,牵引变电所都是沿铁路线布置的。由于接触导线都存在电阻,

会对牵引变电所的供电产生电压降,如供电距离过长会使导线电压降过大、末端电压过低,因此每个牵引变电所都有一定的供电距离和范围。如供电距离太短,则会使沿线牵引变电所过多,造成浪费。目前我国一般 40~60 km 设置一个牵引变电所。

(三)牵引变电所的供电电压

1. 牵引变电所进线电压根据外部电源情况一般选择为 110 kV 或 220 kV;

2. 铁路干线牵引变电所牵引侧母线上的额定电压为 27.5 kV,自耦变压器(AT)供电方式为 2×27.5 kV;

3. 接触网的标称电压应为 25 kV,长期最高电压应为 27.5 kV,短时(5 min)最高电压应为 29 kV,设计最低电压应为 20 kV。

电力机车在运行中受电弓与接触网的接触导线滑动受电时,存在接触电阻产生的电压降;牵引电流在接触导线中传导时也存在电压降。为保证所供电压不低于机车允许的最低工作电压,牵引变电所实际供给接触网的电压为 27.5~29 kV。

(四)牵引变电所的供电方式

牵引变电所向牵引网的供电方式,主要按牵引变电所的分布情况、供电臂的长短、线路状态等而定,通常有单边供电和双边供电两种。

在相邻两个牵引变电所之间的接触网,为了能安全、可靠地供电,通常在其中央处断开,分成相互绝缘的两部分。每一部分称为供电分区,在供电分区的末端设置有断路器和隔离开关的分区所,以便对接触网起到分段和保护作用,同时还可以通过分区所内的开关设备,将供电分区联结起来,实现越区供电。如图 1-4 所示。

每个供电分区的接触网,只从一端的牵引变电所获取电流,这种供电方式为单边供电。如将分区所开关闭合,则相邻牵引变电所间的两个同相接触网供电分区可同时从两个牵引变电所获取电流,这种供电方式称为双边供电。

单边供电时,一旦接触网发生故障只影响本供电分区,故障范围较小,我国电气化铁路一般采用这种供电方式。双边供电时,虽

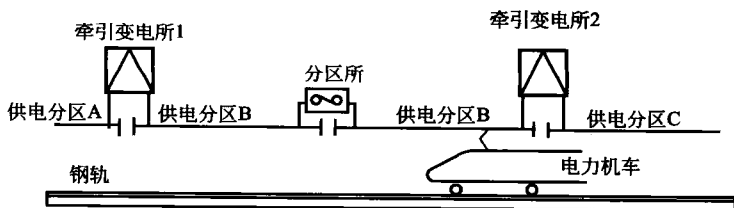


图 1-4 牵引变电所向牵引网供电的原理图

然可提高供电电压水平,但一旦发生故障时,影响范围较大,因此目前较少应用。

当某个牵引变电所发生故障或停电检修时,该变电所承担的供电臂,通过分区所开关闭合,由两侧相邻的牵引变电所负责越区供电。由于越区供电时的供电质量受影响较大,属于非正常供电。越区供电如图 1-5 所示。



图 1-5 越区供电

第二节 接触网的供电方式

一、直接供电方式(TR 供电方式)

(一)供电系统组成

我国早期的电气化铁路采用的是直接供电方式(简称 TR 供电方式),是在牵引网上不增加任何防护措施的一种供电方式。TR 供电方式又分为有回流线 and 无回流线两种情况。无回流线的供电方式结构简单,但对周边的弱电系统电磁干扰影响大;增加回流线后,降低了牵引回路总阻抗,对弱电系统的电磁干扰影响有一定的屏蔽效果。

TR 供电方式是以承力索与接触导线并联组成的接触网作为馈电线,以钢轨和大地作为回流通道的,这种供电方式结构简单,供