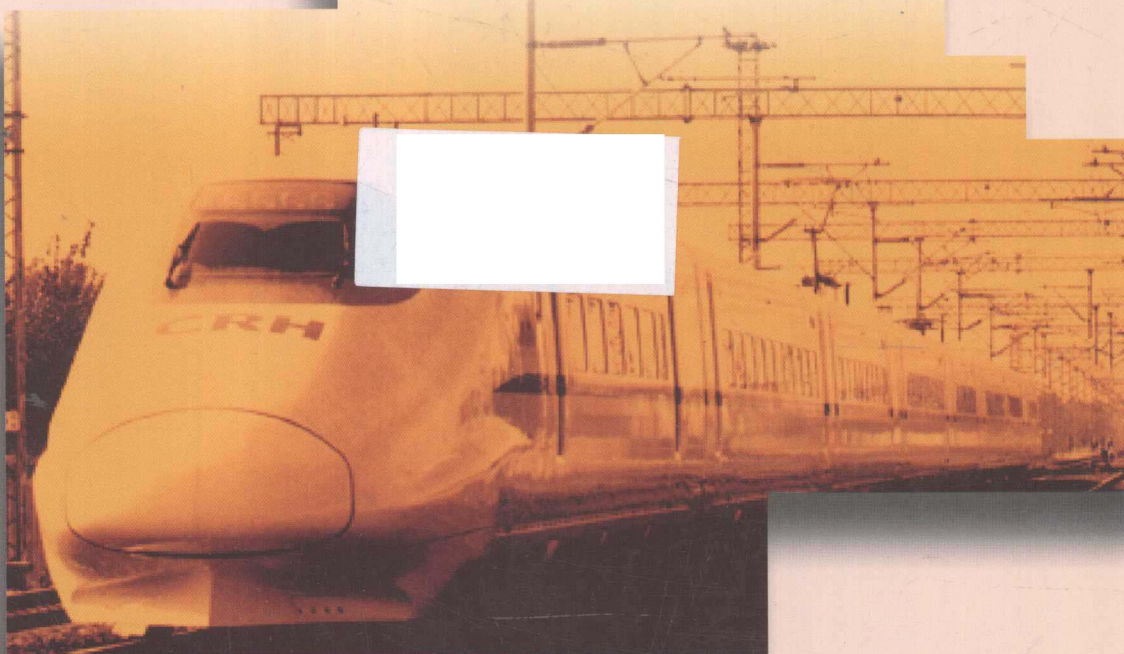


交流电气化铁道 牵引供电系统

(第4版)

谭秀炳 编

JIAOLIU DIANQIHUA TIEDAO
QIANYIN GONGDIAN XITONG



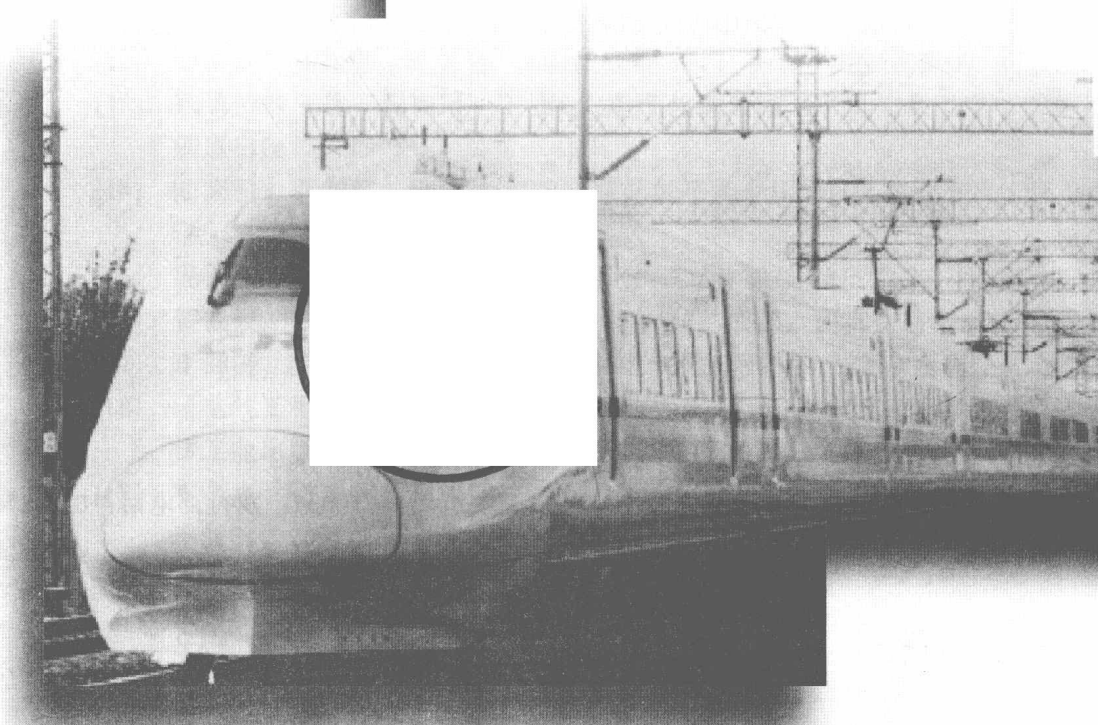
西南交通大学出版社

交流电气化铁道 牵引供电系统

(第4版)

谭秀炳 编

JIAOLIU DIANQIHUA TIEDAO
QIANYIN GONGDIAN XITONG



西南交通大学出版社
· 成都 ·

内 容 简 介

本书结合我国的具体情况和实践经验,全面、系统地介绍了工频单相交流电气化铁道牵引供电系统的结构、基本原理、分析方法和供电计算全过程,以及在输送电能过程中所产生的影响与相应的对策,并给出决定最重要的电气与经济参数的方法。全书共分十章以及绪论和五个附录。

本书内容丰富、翔实,取材新颖,重点突出,系统性强,理论联系实际,语言流畅,可作为高等学校铁道电气化专业(或相近专业)本科或高等职业技术教育牵引供电系统课程(或相近课程)的教材或教学参考书,也可供同专业和相关专业的设计、施工、运行管理与科研等有关科学技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

交流电气化铁道牵引供电系统 / 谭秀炳编. —4版.
—成都:西南交通大学出版社,2014.8
ISBN 978-7-5643-3251-8

I. ①交… II. ①谭… III. ①电气化铁道—牵引装置—供电系统 IV. ①U224

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第174848号

交流电气化铁道牵引供电系统

(第4版)

谭秀炳 编

*

责任编辑 李芳芳

特邀编辑 秦志慧

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

四川省成都市金牛区交大路146号 邮政编码:610031 发行部电话:028-87600564

<http://www.xnjdcbs.com>

成都中铁二局永经堂印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸:185 mm×260 mm 印张:21.5

字数:535千字

2014年8月第4版 2014年8月第6次印刷

ISBN 978-7-5643-3251-8

定价:48.00元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话:028-87600562

第四版前言

本教材第四版与2009年6月第三版相比较，主要有以下修改和提高：

1. 鉴于《铁路电力牵引供电设计规范》和关于高速电气化铁路设计的几个暂行规定等文献的要求与现场实际应用情况，接触网的接触线已普遍采用铜合金或铜接触线，承力索已普遍采用铜合金或铜绞线，而钢铝接触线和钢绞线承力索等濒临淘汰，为了适应这种新的发展形势，绪论第二部分、第一章第三节，第三章第一节、第三节和第四节的计算举例，第四章第一节，第五章第一节、第三节和第四节，第九章第二节的计算举例等，做了相应的修改。

2. 串联电容补偿装置的电容部分，已由原来的外部架构式电容器组发展为集合式（密集型）电容器。并联电容补偿装置中，早期采用的电压互感器已由高压并联电容器用放电线圈取代；固定并联电容补偿装置（FPC）+晶闸管控制电抗器（TCR）接线方式是现场使用较多的方案之一。所以，第四章第四节第二部分，第六章第六节第三部分、第五部分，做了相应的修改。

3. 第一章第二节第六部分，斯科特（scott）联结牵引变电所M座和T座一、二次电压关系，改用了新的分析方法。

4. 早期生产的SS₁型交-直型电力机车濒临淘汰，SS₃~SS₉型交-直型电力机车仍在使用；而交-直-交型电力机车已普遍采用。为了适应这种新的发展形势，第一章第四节重新编写；第四章第一节、第二节、第四节，第六章第四节、第五节、第六节，第七章第三节、第四节，做了相应的修改。

5. 第一章第三节第二部分牵引变电所向接触网的供电方式，无论是单线区段或双线区段，两边供电方式在我国都未采用，所以删除；而双线区段一边全并联供电方式在我国已经采用，因此补充。第三章第四节第三部分，第八章第三节第三部分，也做了相应的补充；第四章第四节第五部分，第五章第三节，做了相应的修改。

6. 鉴于西南交通大学电气工程学院研究设计的电气化铁路同相供电系统核心设备——同相供电装置，已经通过现场试运行、相关各种试验与科技部组织的验收，并有望在重载和高速电气化铁路推广，因此以文献[19]为依据，在第六章增补了一节“同相供电”。

7. 第四章第四节第四部分采用交流电压自动补偿装置（ACVR），我国没有选用，所以删除。

8. 订正了前一版（前一次印刷）存在的个别错误、不规范和不严密的词语或表述以及符号，个别地方进行了少许增删。

本教材的内容具有相当的广度和深度，可以作为高等学校电气工程及其自动化专业（铁道牵引电气化与自动化方向）本科教材。如果作为高等职业技术教育教材，则应根据本校执

行的教学大纲（课程标准）决定取舍，即超出教学大纲范围的内容不讲授，有的内容可以简要讲授，推导过程较复杂的公式可以只讲授结果（略去推导过程）等。当然，即使作为本科教材，也要根据本校执行的教学大纲适度取舍。由于本书的系统性、完备性和实用性较强，所以对同类专业和相关专业的设计、施工、运行管理与科研等有关科学技术人员也是一本较好的参考书。

在本教材的修改过程中，得到了西南交通大学电气工程学院解绍锋博士、西安铁路局科学技术研究所所长罗文骥教授级高级工程师、中铁二院西安勘察设计研究院符德川教授级高级工程师与该院通号电化处同仁们的大力帮助，还得了西安铁路局宝鸡供电段、西安动车所和新丰镇机务段的帮助，编者一并表示衷心的感谢。

由于编者的水平和所掌握的资料等条件有限，书中遗漏、不妥甚至失误之处仍可能存在，诚请专家、同仁和读者给予指正，编者十分感谢。

编 者

2014年7月

第三版前言

本教材第三版与第二版相比较,除保留了第二版的全部优点之外,主要有以下修改和提高:

1. 为了适应高速电气化铁路发展的新形势,第十章增补了一节“高速电气化铁路供电系统设计的主要原则”。

2. 根据国家标准《电能质量 公用电网谐波》(GB/T 14549)的规定,第六章第四节第三部分第7项,以“公用电网谐波电压限值和谐波电流允许值”取代了原来的“电气化铁道的谐波允许值”。

3. 以《电气工程师手册》第3版(文献[18])为依据,对表1.1“发电机电抗”和表6.3“电力系统各元件负序电抗”中原来的同步电机电抗数值进行了修改,用现在的同步电机电抗典型值取代了沿用20世纪50年代及以前苏联制造的同步电机电抗平均值;对第六章第二节第二部分负序电流允许值标准的内容进行了充实。

4. 在第一章第二节第五部分中,删除了原来的“供电臂长期允许电流 I ”,以便重点突出。

5. 订正了原来存在的个别错误、不规范和不严密的词语或表述,个别地方进行了少许增删。

在本教材的修改过程中,得到了中铁二院西安勘察设计研究院符德川教授级高级工程师与该院通号电化处副处长侯矢工程师的大力帮助;西安铁路局宝鸡供电段给予了借阅资料和现场学习等热情支持。编者表示衷心的感谢。由于编者的水平和所掌握的资料等条件有限,书中遗漏、不妥甚至失误之处仍可能存在,诚请专家、同仁和读者给予指正,编者十分感谢。

编者

2009年5月

第二版前言

本教材第二版与第一版相比较,除保留了第一版的全部优点和订正了第一版在排版时由于机器出现故障而导致部分外文符号存在的谬误以及其他错误之外,还具有以下特点和提高:

1. 第一章第二节中,单相 Vv 联结、三相 YNd11 联结和斯科特联结牵引变电所部分改写,采用 YN ∇ 联结阻抗匹配平衡变压器的牵引变电所、YN ∇ 联结平衡变压器和非阻抗匹配 YN ∇ 联结平衡变压器全部重新编写。

2. 第二章第三、第四节中,平衡变压器绕组有效电流、斯科特联结变压器和平衡变压器的计算容量和最大容量全部重新编写。

3. 第四章第一节中,双线牵引网的电压损失和对应的计算举例全部改写;第二节中,开头语、三相 YNd11 联结变压器和斯科特联结变压器的电压损失部分改写,平衡变压器电压损失全部重新编写。

4. 第五章第二节中,平衡变压器的电能损失全部重新编写。

5. 第六章第一节中,Vv 联结、三相 YNd11 联结、斯科特联结和平衡联结变压器牵引负荷引起的负序电流全部改写。

6. 第七章第一节部分改写,第二节全部重新编写。

7. 第八章第二节中,自耦变压器容量计算大部分改写。

8. 删除了第八章第四节同轴电力电缆供电方式,第十章原第二节供电系统的经济运行和第十章第三节原第一部分两台并联运行的牵引变压器一台解列。

9. 采用新的电气设备文字符号、右下角标,以及其他修订、补充、删节和调整顺序。

以上各项是作者根据本学科最新研究成果和新发布的《铁路电力牵引供电设计规范》而完成的。在此过程中,得到了西安中铁勘察设计院符德川(教授级)高级工程师的帮助,编者表示衷心的感谢。现在,本教材(第二版)论述更加缜密,概念更加清晰,公式更加准确,结论更加可信,体例更加规范。尽管如此,但因编者的水平和所掌握的资料等条件所限,书中遗漏和不妥甚至失误之处仍在所难免,诚请专家、同仁和读者给予指正。

编者

2006年12月

第一版前言

自 20 世纪 80 年代以来,我国的电气化铁道有了很大的发展。为了适应电气化铁道发展的新形势与高等学校教学、铁路技术培训和提高业务水平的需要,特编写了本教材。

本教材与原来的《电气化铁道供电系统》(文献[6])教材相比较,不仅继承了其中经典实用的内容,而且还具有以下特点:

1. 增加了许多新内容(标有*号的为新技术)。主要有三相 Vv 联结牵引变压器(*)、三相不等容量 YNd11 联结牵引变压器(*)和三相 YNd11d1 十字交叉联结牵引变压器(*)简介,斯科特联结牵引变压器容量分析、电压损失、电能损失和负序电流计算,平衡变压器(涵盖 YN ∇ 联结阻抗匹配平衡变压器(*)、YN ∇ 联结平衡变压器(*)和非阻抗匹配 YN ∇ 联结平衡变压器(*))的联结特点、工作原理、容量分析、电压损失、电能损失和负序电流计算;馈线瞬时最大工作电流、最大有效电流与短时最大工作电流以及牵引母线平均电流与有效电流计算;带直接测温装置的牵引变压器(*)的过负荷;串联电容补偿主接线,单相自耦增压变压器自动调压装置(*),交流电压自动补偿装置(*);牵引供电系统电能损失的计算及减少电能损失的措施;对称分量法,不同联结形式牵引变压器负荷引起的负序电流综合分析比较,三相 Vv 联结牵引变电所换接相序;谐波电流的产生、不良影响、允许值及减少谐波影响的措施,功率因数及其标准,功率因数低的不良影响与提高牵引负荷功率因数的措施,并联电容补偿(*)的作用、原理、补偿方案、主接线和容量计算,以及可调并联电容补偿装置(*);光缆通信线路(*)简介;带回流线的直接供电方式(*),AT 供电方式(*)的牵引变电所接线方式的特点和牵引网的特点,AT 网络的电流分布、最大电压降和电能损失的计算,同轴电力电缆供电方式(*);供电系统的应急运行。扩充了导线与接触悬挂允许载流量的确定及截面的选择,负序电流的不良影响及减少负序影响的措施,AT 和 BT 供电方式牵引网阻抗计算等。在附录中增加了牵引变压器过负荷能力的确定方法(*)和高过载能力、低阻抗电压牵引变压器的应用(*)。

2. 第一章第二节(牵引变电所)不仅增加了不少新内容和新技术,而且叙述更加充实、新颖。

3. 第二章第四节中对变压器的过负荷能力的阐述,参考和使用了新资料,即现行的《油浸式电力变压器负载导则》和《电力变压器运行规程》。

4. 第六章第一节中,不同联结形式的牵引变压器负荷引起的负序电流,都是在两供电臂负荷不相等的条件下进行分析而得出结果,至于两供电臂负荷相等的情况则是其中的特例。

5. 在介绍了牵引网对通信线路的影响与对策(第七章)以后,单列一章(第八章)来叙述可以减轻对通信线路影响的供电方式,包括带回流线的直接供电方式、自耦变压器供电方式、吸流变压器供电方式和同轴电力电缆供电方式。这样,可容纳更加丰富、创新的内容,

所占的地位也更加突出。而在第八章以前所涉及的牵引网内容，只针对直接供电方式的牵引网进行了叙述。这样更加符合辩证唯物论的认识过程，便于初学者接受。

6. 内容与新发布的《铁路电力牵引供电设计规范》等标准相吻合。

7. 牵引网短路电流未编入，因为在《电气化铁道供变电工程》或《电力系统分析》等教材中已有足够的阐述。

本教材可作为高等学校铁道电气化专业（或相近专业）牵引供电系统课程（或相近课程）教科书或教学参考书。也可供同专业和相关专业的设计、施工、运行管理与科研等有关科学技术人员参考。

本教材的绪论、第一、第二、第三、第五、第六、第八、第九、第十章和附录 A, B, C, D, E 由谭秀炳编写，第四、第七章由刘向阳编写初稿。全书稿由谭秀炳修订和统编（主编）。编者对内容力求理论联系实际，文字叙述力求简明扼要、深入浅出，以达到实用、方便。但因编者的水平和所掌握的资料等条件所限，书中出现遗漏和错误在所难免，恳请专家、同行和读者给予指正。

本教材在编写过程中，查阅和使用了大量参考文献与技术资料，从中获得了许多帮助和启迪；西南交通大学图书馆提供了宝贵的参考资料；郑州铁路局西安设计院，特别是符德川（教授级）高级工程师，提供了参考资料和直接帮助；西安铁路分局机务分处提供了宝贵的意见和建议；西安铁路运输职工大学领导、教务科、教委、理研室、电气化教研室等给予了无微不至的关怀和大力支持。在此，编者对所有提供了参考资料及帮助的单位 and 人员（包括参考文献与技术资料的作者）一并表示衷心的感谢。

本教材书稿送到西南交通大学出版社以后，西南交通大学简克良教授、张淑琴教授和成都铁路局袁则富（教授级）高级工程师等，对书稿进行了认真的审阅，都从整体上加以肯定，并提出了宝贵的意见和建议。据此，编者又进行了认真的修改和补充，对进一步提高本书的质量起到了加工润色的作用。西南交通大学出版社领导及有关人员对本书的出版，给予了多方面帮助和支持；尤其是责任编辑张华敏同志在本书编辑过程中，认真负责和精益求精的工作作风，令人十分钦佩。在此，编者一并表示深切的敬意和诚挚的感谢。

编者

2001年12月

本书使用的主要符号说明

一、电气设备文字符号

新符号	中文名称	英文名称	旧符号
A	加强线	auxiliary feeder	q
AT	自耦变压器	auto transformer	
BT	吸流变压器	booster transformer	
C	电容器	capacitor	C
C	承力索	carrying cable	C
CC	同轴电力电缆	coaxial cable	
F	馈电线, 正馈线	feeder	
F	避雷器, 放电间隙, 放电器	arrester, discharger	BL, Jx, SD
FU	熔断器	fuse	RD
G	发电机	generator	F
L	电抗器	motor	X
M	电动机	negative feeder	D
n, N	回流线, 负馈(电)线	pantograph	h, H
P	集电弓, 受电弓	reactor	G
QF	断路器	circuit breaker	DL
QS	隔离开关	disconnecter	GK
R	钢轨, 轨道	rail	G, g
SP	分区所	Section post	
SS	变电所	substation	
T	变压器	transformer	B
T	接触网, 接触线	trolley line	J, j
TA	电流互感器	current transformer	LH
TE	电力机车变压器	engine transformer	B
TV	电压互感器	potential transformer	YH
UR	整流器	rectifier	Z, BZ
UI	逆变器	inverter	BN
VD	半导体二极管	diode	D
VI	绝缘栅双极型晶体管	IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistors)	
VT	晶闸管	thyristor	T, S, SCR

二、量和单位的符号

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号
电 流	I	安 [培]	A
电 压	$U, (V)$	伏 [特], 千伏	V, kV
电 阻	R	欧 [姆]	Ω
电 抗	X	欧 [姆]	Ω
阻 抗	Z	欧 [姆]	Ω
电 导	G	西 [门子]	S
电 容	C	法 [拉]	F
自感系数	L	亨 [利]	H
互感系数	M	亨 [利]	H
单位 [长度] 电阻	r	欧 [姆] 每千米	Ω/km
单位 [长度] 电抗	x	欧 [姆] 每千米	Ω/km
单位 [长度] 阻抗	z	欧 [姆] 每千米	Ω/km
单位 [长度] 自感系数	l	亨 [利] 每千米	H/km
单位 [长度] 互感系数	m	亨 [利] 每千米	H/km
视在功率	S	千伏安, 兆伏安	kVA, MVA
有功功率	P	千瓦, 兆瓦	kW, MW
无功功率	Q	千乏	kvar
电 能	A	千伏安小时, 千瓦小时, 千乏小时	kVA · h, kW · h, kvar · h
磁通 [量] 密度, 磁感应强度	B	特 [斯拉]	T
磁通 [量]	Φ	韦 [伯]	Wb
磁 阻	R_m	每亨 [利]	H^{-1}
磁导率	μ	亨 [利] 每米	H/m
频 率	f	赫 [兹]	Hz
角频率	ω	弧度每秒	rad/s
转速 (旋转频率)	n	转每分	r/min
长度, 距离	l, L	米, 千米	m, km
距 离	d, r	米	m
半 径	r, R	毫米, 厘米, 米	mm, cm, m
直 径	d, D	毫米, 厘米, 米	mm, cm, m
时 间	t	分, 小时, 日, 年	min, h, d, a
速 度	v	千米每小时	km/h
货物年运量, 运输能力	Γ	万吨每年	10^4 t/a

续 表

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号
角	φ	度, [角]分, [角]秒	($^{\circ}$), ($'$), ($''$)
热力学温度	T	开 [尔文]	K
摄氏温度	t, θ	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$
系 数	K, α, β		
变压比	K, K_U, K_T		
变流比	K_I		
容量利用率, 线材利用率	η		
阻抗匹配系数	λ		
差, 损失, 损耗	Δ		

三、右下角标

新符号	中文含义	英文含义	旧符号
a	附加的	additional	
a, A	安 装	assembly	
A	加强线	auxiliary feeder	q
av	平均的, 平均值	average	p
b	以外	beyond	W
b	增 (加电) 压	boost	Z
b	短时的	brief	
br	制 动	brake	Z
C	承力索	carrying cable	C
C	通信线	communication line	t
c	综合的	composite	
C	对 流	convection	
c	计 算	count	j
d	基 准	datum	j
D, d	三角形, Δ 联结	delta	D, d
d	需要, 要求	demand	x
d	直流的	direct	Z
d	双线铁路	double line rail	S
E	大 地	earth	d
e	有效的	effective	x

续 表

新符号	中文含义	英文含义	旧符号
e	励磁的	exciting	L
eq	等效的, 当量的	equivalent	ε
et	(列车)有效的	(train) effective	ε
ext	外边, 外部	exterior	W
f	结 构	fabric	j, J
f, F	馈电线	feeder	j, k
g	地	ground	
h, H	高 压	high voltage	
i	瞬时的	instantaneous	S
int	内 部	internal	N
k	短 路	Short-circuit	d
l	漏泄, 漏磁	leakage	g
l	线路, 电线, 线	line	x
l, L	负荷, 负载	load	f
m, M	磁性的	magnetic	
m	电动机	motor	d
max	最大值	maximum	
min	最小值	minimum	
n, N	回流线, 负馈(电)线	negative feeder	h, H
N	中性点(线)	neutral	
n, N	额定的	nominal	e, E
n	次数, 次序	number	
out	输出	output	c
p	平行的, 并联的	parallel	
p	允许, 容许	permit	y
p	相	phase	x
par	并联(的)	parallel	
R	辐 射	radiation	
R	钢轨, 轨道	rail	g, G
r, R	实际的	real	S
r	回收	reclamation	H
S	屏蔽	shield	p
S	分路, 分流	shunt	F
S	静电的	static	

续 表

新符号	中文含义	英文含义	旧符号
S	日 照	sunshine	
S	同时（发生，出现）的	synchronous	
S	电力系统	power system	x
st	启 动	start	qd
ser	串联（的）	series	
t	温 度	temperature	
t	牵 引	traction	q
t, T	变压器	transformer	b, B
t, T	接触网，接触线	trolley line	j, J
u	用，使用	use	g
v	电 压	voltage	y
w	监 视	watch	
w	波	wave	B
w	（电缆）芯线	component wire	C
Σ	相加，总和，合计	summation	Ad

目 录

绪 论	1
第一章 供电系统的结构、原理与电力机车的相关知识	6
第一节 电力系统与电气化铁道供电系统	6
第二节 牵引变电所	15
第三节 牵引网	42
第四节 电力机车的相关知识	46
第二章 牵引变电所容量计算和选择	63
第一节 计算条件	63
第二节 馈线电流	65
第三节 牵引变压器的计算容量	73
第四节 牵引变压器的校核容量	77
第五节 牵引变压器的安装容量	83
第三章 牵引网阻抗	90
第一节 牵引网导线的参数	90
第二节 牵引网的等效电路及其阻抗	96
第三节 单线牵引网阻抗	99
第四节 双线牵引网阻抗	106
第四章 牵引供电系统的电压损失	114
第一节 牵引网的电压损失	114
第二节 牵引变电所的电压损失	120
第三节 电力系统的电压损失和供电臂的电压水平	126
第四节 改善供电臂电压水平的措施	127
第五章 牵引供电系统的电能损失	135
第一节 牵引网的电能损失	135
第二节 牵引变电所的电能损失	142
第三节 减少牵引供电系统电能损失的措施	147
第四节 导线与接触悬挂允许载流量的确定及截面的选择	148
第六章 牵引负荷对电力系统的影响与对策	156
第一节 负序电流	156

第二节	负序电流对电力系统的影响	169
第三节	牵引变电所换接相序	176
第四节	谐波电流	182
第五节	功率因数	193
第六节	并联电容补偿	194
第七节	同相供电	203
第七章	牵引网对通信线路的影响与对策	216
第一节	概 述	216
第二节	危险影响	217
第三节	噪声干扰影响	231
第四节	防护措施	233
第八章	可以减轻对通信线路影响的供电方式	238
第一节	带回流线的直接供电方式	238
第二节	自耦变压器供电方式	241
第三节	吸流变压器供电方式	259
第九章	地中电流	275
第一节	牵引供电回路的地中电流	275
第二节	地中电流的近似计算	276
第三节	地中电流对地下金属管道和电缆等的影响及对策	278
第十章	供电系统设计和运行的若干问题	280
第一节	供电系统设计的程序与内容	280
第二节	高速电气化铁路供电系统设计的主要原则	284
第三节	供电系统的应急运行	288
第四节	牵引变电所牵引侧负序电压与 10 kV 配电装置中的三次谐波电压	292
附录 A	矩阵、概率与双曲函数	298
附录 B	列车运行图和铁路区间通过能力	312
附录 C	常用牵引供电计算方法	315
附录 D	牵引变压器过负荷能力的确定方法	321
附录 E	高过载能力低阻抗电压牵引变压器的应用	326
	参考文献	327

绪 论

一、电气化铁路的组成

铁路的牵引动力设备是机车。从我国铁路发展历史来看，实际使用的机车有蒸汽机车、内燃机车和电力机车三种。与此对应的铁路牵引方式也有蒸汽牵引、内燃牵引和电力牵引三种。所谓电力牵引，就是由外电源供给动力车电能的牵引方式。采用电力牵引的铁路称为电气化铁路。

作为电气化铁路牵引动力的电力机车，本身不带能源。它必须从外部电源和牵引供电系统获得电能，电能经过变换后，输送到牵引电动机，使牵引电动机旋转来驱动车轮转动进而牵引列车运行。因此，电气化铁路除了一般的铁路线路、车站、通信、信号等设施外，还包括特殊的牵引供电系统、电力机车以及相应的运行、维修和管理单位供电段、电力机务段、电力调度及其主管部门等。

二、我国电气化铁路发展概况

1. 确定电流制与额定电压

我国电气化铁路是从 20 世纪 50 年代初开始筹划的。当时，主要是讨论采用什么样的电流制与多高的额定电压。经过反复研究论证，结合国内外情况，确定我国电气化铁路采用工频单相 25 kV 交流制。这种电流制与额定电压在技术上、经济上都有很大的优越性，在世界各国电气化铁路建设中，已得到了广泛的应用。本教材的内容就是针对工频单相 25 kV 交流制电气化铁路而言的。

2. 电气化铁路线路和里程

我国第一条电气化铁路宝成线的宝鸡—凤州段，93 km，1958 年开工，1960 年建成，1961 年 8 月 15 日正式投入运行。从此，揭开了我国电气化铁路的序幕。

1969—1977 年，宝成线的凤州—成都段、阳安线（阳平关—安康）两条电气化铁路建成投入运行，共计约 940 km。

1980—1990 年，有石太线（石家庄—太原）、襄渝线的襄樊—达县段、京包线的丰台—大同段、成渝线（成都东—重庆西）、京秦线（丰台西—山海关）、太焦线的长治北—月山段、陇海线的郑州—兰州西段、京广线的郴州—韶关段、大秦线的韩家岑—大石庄段、湘黔线的贵阳南—大龙段、鹰厦线的来舟—漳平段、北同蒲线（太原北—平旺）、贵昆线（贵阳南—昆明）等十几条（段）电气化铁路建成投入运行，共计约 5 940 km，是 1958—1961 年的 63 倍