

电气化铁道设计手册

接 触 网

中国铁道出版社

电 气 化 铁 道 设 计 手 册

接 触 网

铁道部电化工程局电气化勘测设计处 编

中 国 铁 道 出 版 社

1988年·北京

电气化铁道设计手册

接 触 网

铁道部电化工程局电气化勘测设计处 编

中国铁道出版社出版、发行

责任编辑 张余昌

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092 1/16 印张: 25 字数: 900千

1983年2月第1版 1983年2月第1次印刷

印数: 0001—1,500册 定价: 4.65元

统一书号: 15043·4132

内 容 简 介

本手册是根据我国电气化铁道接触网设计经验及实际需要编写的,它概括了设计组成和内容。全书共分十四章,其中包括设计程序;设计应具备的原始资料;气象条件;接触悬挂;限界、绝缘距离及导线高度;接触悬挂力学计算;支柱负载及软横跨计算;支持装置、安装图及零件;支柱、基础及结构计算;供电设施;接触网平面图;隧道内接触悬挂;接触网绝缘、防雷及接地;接触网工区;概算编制以及常用参考资料等。在手册中除列入了常用计算公式外,并做出了计算示例。在编写中力求简明扼要,以大量图表汇编了计算结果,是一本资料齐全、查阅方便的工具书。供设计、施工、运营及其他有关人员使用。

本手册基本上是根据1981年前有关规程、规范和标准编写的,当有新的规程、规范和标准时,则按新的执行。但设计内容和方法等仍可使用。

目 录

第一章 概述 1	第四节 链形悬挂的安装曲线.....66
第一节 接触网组成及要求..... 1	第五节 链形悬挂锚段长度计算.....75
第二节 设计程序..... 1	第六节 支柱负载计算.....79
第三节 初步设计..... 1	第七节 软横跨计算.....87
第四节 施工设计..... 1	第六章 支持装置、安装图及零件93
第五节 设计原始资料..... 2	第一节 支持装置的类型.....93
第六节 设计配合..... 2	第二节 腕臂柱支持装置几何尺寸 的确定.....93
第七节 常用规程..... 2	第三节 接触网安装图.....96
第二章 接触网气象条件 3	第四节 接触网零件145
第一节 气象条件的内容及用途..... 3	第七章 腕臂、支柱及基础161
第二节 气象条件的确定..... 3	第一节 腕臂计算161
第三节 气象分区..... 7	第二节 钢 柱168
第三章 接触悬挂 9	第三节 预应力钢筋混凝土柱189
第一节 接触悬挂的分类及其选定..... 9	第四节 桥梁及下挡等建筑物上的 支柱安装203
第二节 承力索.....10	第五节 钢柱基础211
第三节 接触线.....12	第六节 预应力钢筋混凝土柱的基础228
第四节 吊 弦.....14	第七节 基础计算举例234
第五节 电连接.....15	第八章 供电设施240
第六节 锚段及锚段关节.....16	第一节 电分段240
第七节 中心锚结.....18	第二节 吸回装置244
第八节 补偿器.....20	第三节 附加导线248
第九节 线 岔.....20	第九章 接触网平面图263
第十节 结构高度.....21	第一节 图例263
第四章 限界、绝缘距离及导线高度22	第二节 平面图的内容及设计步骤267
第一节 支柱侧面限界.....22	第三节 站场接触网平面布置267
第二节 绝缘距离.....24	第四节 区间接触网平面布置270
第三节 接触线及承力索高度.....25	第五节 外业测量270
第四节 桥隧建筑物的限界.....26	第六节 桥隧接触网预留270
第五节 附加导线的对地距离与交 叉跨越.....27	第十章 隧道内接触悬挂273
第五章 接触悬挂力学计算、支柱负载 及软横跨计算29	第一节 设计依据及技术条件273
第一节 计算负载的确定.....29	第二节 接触线高度及允许列车装 载货物高度276
第二节 跨距计算.....30	第三节 隧道内接触悬挂安装图277
第三节 简单悬挂及附加导线的安 装曲线.....47	第四节 平面布置287

第五节 锚段关节	291	第二节 工区位置的选择及房屋组成	347
第六节 中心锚结及吊弦	316	第十三章 概算	348
第七节 隧道内回流线	320	第一节 编制方法简介	348
第八节 隧道用接触网零件	321	第二节 工程数量统计	349
第十一章 接触网绝缘、防雷及接地	339	第三节 材料及单价	359
第一节 接触网绝缘	339	第十四章 常用参考资料	361
第二节 接触网防雷	341	第一节 线路资料	361
第三节 接触网接地装置	343	第二节 常用材料	378
第十二章 接触网工区	346	第三节 标准零件	390
第一节 工区的管辖范围、作业方 式、定员及设备	346		

第一章 概 述

第一节 接触网组成及要求

接触网由支柱设备、支持结构及接触悬挂等部分组成。其功能是要保证电力机车在走行中，能从牵引变电所可靠地获得充足的电能。

接触网的特点是分散在铁路沿线、且设置在露天而又无备用设备。

对接触网的要求是：

1. 在恶劣气象条件下，保证电力机车在最大行车速度运行时能良好的取流；

2. 结构轻巧，坚固耐用，施工方便，利于运营；

3. 零部件互换性强，具有一定的抗腐蚀能力；

4. 事故情况下要便于抢修和能迅速恢复供电。

此外，设计接触网应尽量少用铜和钢，推广采用钢铝导线和预应力钢筋混凝土支柱。

第二节 设计程序

接触网设计一般包括初步设计和施工图设计两个阶段。具体步骤如下：

1. 研究设计任务书；
2. 初步设计；
3. 初步设计文件鉴定；

4. 施工图设计；
5. 施工处理；
6. 参加交接验收；
7. 总结经验，到运营单位进行回访。

第三节 初步设计

接触网初步设计是根据国家下达的“设计任务书”进行的，初步设计应确定接触网建设的主要技术原则和概算，经鉴定后作为下一阶段进行施工图设计和国家控制建设项目的依据。

初步设计阶段完成的文件主要为说明书。说明书中应确定的主要技术原则有：

1. 接触网架设范围；
2. 气象条件；
3. 悬挂类型（包括悬挂截面、导线最大使用张力、结构高度等）；
4. 支柱设备及支持结构；
5. 支柱布置的主要数据（包括侧面限界、跨距、锚段长度及导线高度等）；
6. 供电分段；

7. 绝缘距离及各种附加导线架设标准；
8. 防护方式，如防雷要求，接地要求，以及吸流变压器的采用等；
9. 工区布置、规模及交通工具；
10. 重大技术革新成果的采用及重大特殊设计的原则。

根据上述设计原则，结合电化线路的特点，初步设计说明书中还应附有必要的安装示意图，一般为中间柱安装示意图，软横跨柱安装示意图及隧道悬挂安装示意图等。

此外，初步设计说明书中还应列入主要材料设备表及主要工程数量表。

接触网总概算列入概算专册内。

第四节 施工图设计

施工图设计是根据已批准的初步设计文件进行，应完成全部施工图纸，经鉴定后作为接触网施工的依据。在施工设计中，如因情况变化，发生技术标准与初步设计原则或鉴定意见不符合时，应报部或经有关单位批准。

施工图设计完成的文件有：

1. 接触网平面图，供电线路图；
2. 支柱安装图，软（硬）横跨安装图及桥支柱安装图；
3. 锚段关节图；

4. 隧道悬挂安装图及隧道悬挂平面布置图;
5. 设备安装图;
6. 附加导线安装图;
7. 吸流变压器台安装图;
8. 零件图;

9. 安装曲线(包括接触悬挂、供电线、加强线、回流线等);
10. 全部特殊设计安装图;
11. 施工设计说明书。

第五节 设计原始资料

进行接触网设计应具备下列主要资料:

1. 气象资料,包括气温、风速、冰雪、雷暴等,用以确定设计计算时的气象条件和防雷方式。
2. 行车供电及信号资料,包括(1)电化范围;(2)电力机车及受电弓类型;(3)最大行车速度及列车对数,允许通过列车的最大装载高度;(4)行车闭塞方式、信号机类型,以及所在位置;(5)悬挂截面,供电线截面,有无加强线、捷接线、回流线等及其截面和要求;(6)供电分段:变电所位置、分区亭位置、开闭所位置;对分相绝缘器设置的要求(开关配置、位置等);(7)回流线、吸流变压器的分布与位置,吸上线的位置;(8)额定电流,短路电流的最大值与最小值。
3. 线路(符合电化施工的竣工图或施工图)资料,包括(1)详细的纵断面图,车站平面图

(包括地下设施);(2)标准横断面图,轨道类型,线路超高,道碴种类及厚度;(3)小桥涵表。

4. 桥隧建筑物:(1)大、中桥总表;(2)大、中桥总布置图、墩台类型;(3)隧道总表;(4)隧道衬砌断面图和纵断面图;(5)隧道内预留锚段关节位置及断面图;(6)跨线桥、天桥、风雨棚、挡土墙等。

5. 地质:(1)土壤种类,允许承载力及安息角;(2)地形特点,填方或挖方。

6. 概算资料:(1)工资标准;(2)料价;(3)机械台班费;(4)拆迁费、购地费、青苗赔偿费等。

7. 其他。如新材料、新设备、重大技术革新成果及特殊设计有关资料,牵引变电所总平面图,必要的军用地图等。

第六节 设计配合

铁路电气化工程包括的工种很多,各工种之间加强协作十分重要。在接触网设计过程中,应配合有关专业及时提出本专业的要求或资料。一般有:

1. 既有线电化时,接触网对线路、站场及桥隧建筑物的测量及改造要求;新线电化时桥隧建筑物内接触网预留问题。

2. 独立供电线的经路测量要求。

3. 接触网工区的分布、规模及交通工具;工区使用的电力负荷;工区的电话类别和数量等。

4. 接触网在电力机务段库门墙上及桥隧建筑物上下锚时的技术要求及预留问题。

第七节 常用规程

接触网设计中必须遵循的现行规程主要有:《铁路技术管理规程》;《铁路工程技术规范》;《铁路基本建设工程设计概算,施工预算编制办法(草案)》;《铁路工程预算定额电力牵引供电工程》。

接触网设计参照执行的现行规程主要有:国家基本建设委员会《工业与民用建筑地基基础设计规

范TJ7—74》;《工业与民用建筑结构荷载规范TJ9—74》;《钢筋混凝土结构设计规范TJ10—74》。国家基本建设委员会、冶金部《钢结构设计规范TJ17—74》。水利电力部《架空送电线路设计技术规程SDJ3—79》;《电力设备过电压保护设计技术规程SDJ7—79》;《电力设备接地设计技术规程SDJ8—79》。

第二章 接触网气象条件

接触网气象条件是设计的重要基础资料,也是进行各项计算的基本依据。气象条件正确与否,直接影响接触网的投资及安全性,若选择数值过大,把偶然出现的极不利条件作为设计依据,则势必造成支柱设备强度增大及数量增加,从而增加投资;若选择数值偏小,对一些频繁出现的恶劣情况也不考虑,支柱设备虽可减轻和数量减少,但却降低了安全可靠,事故增多,同样不利。因此,在确定气象条件时应进行广泛深入的调查研究,详细收集

气象资料,认真分析,慎重对待。

我国疆域辽阔,地形多变,气象变化也很复杂,这给确定接触网气象条件带来一定困难。在具体确定时,应力求准确,满足设计需要,但不宜过分繁琐,取值标准应尽量规格化、系列化,且同一线路的气象条件应尽可能统一,便于设计和计算。在接触网设计中气象条件确定的原则是:各种温度取 5°C 的倍数;覆冰厚度取零或按5毫米的倍数取整;最大风速取20、22、25、27、30米/秒等值。

第一节 气象条件的内容及用途

接触网气象条件的内容及其主要用途见表2—1。

接触网气象条件 表2—1

序号	项 目	主 要 用 途
1	最高温度	1.计算导线最大正弛度,确定支柱高度及限界尺寸; 2.确定接触线无弛度时的温度及吊弦定位器正常位置时的温度
2	最低温度	1.计算导线最大负弛度; 2.确定计算起始条件; 3.确定接触线无弛度时的温度及吊弦定位器正常位置时的温度; 4.计算支柱容量
3	最大风速	1.计算跨距; 2.计算支柱容量; 3.检查最大风速时的空气绝缘间隙

续上表

序号	项 目	主 要 用 途
4	最大风速时温度	确定最大风速时导线张力,计算支柱容量
5	覆冰厚度	计算最大附加负载,确定起始条件,计算支柱容量等
6	覆冰时温度	1.确定计算起始条件; 2.确定最大附加负载时导线张力,计算支柱容量
7	覆冰时相应风速	计算最大附加负载,确定起始条件,计算支柱容量
8	接触线无弛度时温度	计算安装曲线
9	吊弦及定位器正常位置时温度	计算安装曲线、锚段长度、最短吊弦长度等
10	雷电日(或小时)	防雷设计

其中以最大风速、覆冰厚度及最低温度三项为最重要,在设计中影响最大。

第二节 气象条件的确定

一、收集气象资料

1. 气象资料的内容,见表2—2。

接触网设计用气象资料 表2—2

确定气象条件项目	应收集气象资料内容
最高温度及最低温度	气象台(站)记录的历年最高、最低温度及全年最多出现的温度

续上表

确定气象条件项目	应收集气象资料内容
最大风速与最大风速时温度	1.气象台(站)记录的历年最大风速与相应温度; 2.最大风速发生月份与该月平均温度; 3.邻近架空送电线路、邮电线路气象条件

续上表

确定气象条件项目	应收集气象资料内容
覆冰厚度 覆冰时温度 覆冰时相应风速	1. 气象台(站)有关记录与观测方法; 2. 邻近送电线路、邮电线路气象条件; 3. 电力和邮电部门的观测记录与采用方法
雷电日(或小时)数	气象台(站)有关记录

2. 气象资料收集方法

接触网气象资料的来源有：气象台(站)的记录资料，水电、邮电通信等部门的设计资料及向群众调查所得的资料等。收集方法及注意事项如下：

(1) 气象台(站)的记录资料

气象台(站)的记录资料为接触网制定气象条件的主要依据，收集时应注意下列事项：

1) 气象台(站)的选择 为反映铁路沿线经过地区的实际情况，应尽量收集沿线附近的各气象台(站)的记录资料。如果沿线气象台(站)稀少，或这些台(站)建立时间不长、在记录资料不足十年时，尚应补充收集距铁路稍远的气气象台(站)及省级气象台的资料。

气象台(站)的分布，可见中央气象局编制的《中国地面气候资料》中所列站点分布图。

2) 气象台(站)的位置及观测方法 为了确定最大风速及覆冰厚度，除了收集各种记录资料外，还应了解气象台(站)的位置及观测方法，包括气象台(站)的海拔高度；测量风速所用的仪器及安装高度；测风时为定时记录还是自动记录；风速定时观测次数及风速观测时距；测量覆冰厚度所用的方法(量围长还是量直径)；以及霜、雪、雾凇、冰、雨凇、冰霜混合折算方法等。

(2) 水电、邮电通信等部门的设计资料

在铁路经过地区，经常有送电、邮电及通信线路通过，向这些部门收集设计用气象资料供接触网参考是很有必要的。特别是覆冰资料，目前气象部门记录很不完善；水电、邮电通信等部门经验比较丰富，了解他们在设计中采用的方法及取值标准，尤为必要。

(3) 向当地群众进行调查

访问当地群众，了解风、冰灾情，对缺乏气象观测资料的地区及需要验证气象资料准确性时都是很有必要的。根据群众反映的自然物及建筑物的破坏情况，判断风、冰等气象的严重程度，可为制定接触网气象条件提供一定的依据。

二、取值标准

接触网气象条件，应根据气象台(站)的记录资料，结合铁路经过地区水电、邮电及铁路本身等部门的经验确定。按照有关规定，在选用气象条件时，应取五年一遇的数值来规定其保证率。

在目前设计中，除最大风速一项(资料全，影

响大)系严格按照求取保证率的方法确定外，其余各项若因其资料不足(如覆冰厚度)，或因其影响较小(如各种温度)，所以根据经验确定的居多，而且灵活性较大。

三、确定方法

1. 最大风速

(1) 规定最大风速保证率的方法

如前所述，计算接触网风负载时应采用五年一遇的最大风速。规定最大风速保证率的方法有以下几种。

数理统计法 通常采用皮尔逊Ⅲ型曲线进行计算，此法比较复杂，设计中一般不用。

变通法 设有 n 年资料，按年份排列，自第一年开始，以每五年为一组，每组按顺序相隔一年，取出每组中的最大值，并求出各组最大值的平均值，即

$$\sum_{i=1}^{n-4} V_i$$

$$V_{\frac{1}{5}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-4} V_i}{n-4} \quad (2-1)$$

式中 $V_{\frac{1}{5}}$ ——五年一遇的最大风速(米/秒)；

V_i ——第 i 组的最大风速(米/秒)；

$n-4$ ——组数。

平均法 设有 n 年资料，按五年为一组分为 $\frac{n}{5}$ 组(取整数，遇小数可四舍五入)，然后在 n 年资料中取 $\frac{n}{5}$ 个较大的数值，再用算术平均法求得。

目前在接触网设计中均采用变通法。

(2) 风仪高度换算方法

在气象资料中，最大风速系指离地面高10米，自记10分钟的平均值。由于我国风仪高度不全为10米，自记记录也较少，大都为定时4次2分钟平均风速，故在求最大风速保证率以前，所记录的风速资料必须经过风仪高度、观测次数以及观测时距的订正。

风仪高度换算到10米高处的方法为

$$V_{10} = \kappa_h \cdot V_2 \quad (2-2)$$

式中 V_{10} ——10米高处的风速(米/秒)；

κ_h ——风仪高度换算系数，见表2-3。

风仪高度换算系数 κ_h 表2-3

风仪离地高度 (米)	κ_h	风仪离地高度 (米)	κ_h
1.0	1.66	5.0	1.14
1.5	1.49	5.5	1.12
2.0	1.39	6.0	1.11
2.5	1.32	6.5	1.09
3.0	1.26	7.0	1.07
3.5	1.22	7.5	1.05
4.0	1.19	8.0	1.04
4.5	1.1	8.5	1.03

续上表

风仪离地高度 (米)	K_1	风仪离地高度 (米)	K_2
9.0	1.02	14.5	0.94
9.5	1.01	15.0	0.94
10.0	1.00	15.5	0.93
10.5	0.99	16.0	0.93
11.0	0.98	16.5	0.92
11.5	0.98	17.0	0.92
12.0	0.97	17.5	0.91
12.5	0.97	18.0	0.91
13.0	0.96	18.5	0.91
13.5	0.96	19.0	0.90
14.0	0.95	20.0	0.89

V_1 ——不同风仪高度观测的风速(米/秒)。

(8) 观测次数和时距换算

在我国年最大风速的观测方法有自记的和有4次定时的两种。定时观测的风速资料、风速时距均为2分钟平均风速。显然,一天中只观测4次共8分钟,这样就会漏掉很多大风记录。因此,对于定时观测的风速,必须经过观测次数和风速时距的两重换算,才能将年定时2分钟平均最大风速换算成年自记10分钟平均最大风速。根据对定时的及自记的风速平行观测资料,进行相关分析所建立的回归方程式见表2—4。其中 Y 为年自记10分钟平均最大风速; X 为年定时2分钟平均最大风速。

自记10分钟与4次定时

2分钟关系式 表2—4

地 区	回 归 方 程 式	适 用 范 围
华 北	$Y = 0.882X + 7.82$	华北
东 北	$Y = 1.04X + 2.20$	东北
西 北	$Y = 1.004X + 1.57$	西北和西藏
青 海	$Y = 0.845X + 5.21$	
云 贵	$Y = 0.751X + 6.17$	云南、贵州
四 川	$Y = 1.24X$	
湖 北	$Y = 0.732X + 7.0$	湖北、江西
湖 南	$Y = 0.68X + 9.54$	
广 东	$Y = 1.03X + 4.15$	广东、广西、福建、台湾
江 苏	$Y = 0.78X + 8.41$	上海、江苏、浙江、安徽
山 东	$Y = 1.03X + 2.19$	山东
渤海湾	$Y = 0.93X + 0.35$	海面

(4) 几种风速时距间的关系

在我国的风速观测记录中,有瞬时、1分钟、2分钟和10分钟等时距。风速时距越短风速就越大。而接触网设计所需的是10分钟时距的平均风速。各种时距的风速之间的相互关系大致成直线关系,其回归方程式见表2—5。

各种风速时距间的关系 表2—5

序号	不同风速时距	回 归 方 程 式	地 区
1	瞬时与1分钟 平均风速	$Y = 0.893X - 0.82$	
2	瞬时与2分钟 平均风速	$Y = 0.79X - 0.45$	
3	瞬时与5分钟 平均风速	$Y = 0.71X + 0.10$	
4	瞬时与10分钟 平均风速	$Y = 0.65X + 0.50$ $Y = 0.70X - 1.66$ $Y = 0.73X - 2.80$ $Y = 0.66X + 0.80$ $Y = 0.63X + 1.00$ $Y = 0.69X - 1.38$ $Y = 0.70X - 0.10$	京、津、唐 云贵高原 广东 四川 福建 上海 浙江
5	2分钟与10分 钟平均风速	$Y = 0.88X + 0.80$	

注:序号1、2、3、4中 Y 分别为1、2、5、10分钟平均风速, X 为瞬时风速;序号5中的 Y 为10分钟平均风速, X 为2分钟平均风速。

为了便于比较,以30米/秒的风速代入表2—5中各式,可以粗略得出各种不同时距下的风速比值,列于表2—6。从表2—6可以看出,瞬时风速与1、2、5及10分钟平均风速的比值,依次基本上按10%递增。2分钟与10分钟平均风速比较,也是大10%左右。

各种不同时距间

风速的比值 表2—6

时 距	瞬时与 1分钟	瞬时与 2分钟	瞬时与 5分钟	瞬时与 10分钟	2分钟与 10分钟
比 值	1.156	1.290	1.402	1.500	1.103

(5) 不同重现期风压比值

根据《工业与民用建筑结构荷载规范》的规定,作用在建筑结构表面上的基本风压系以一般空旷平坦地面、离地10米高,统计得30年一遇10分钟平均最大风速为标准。为了求得其他不同重现期的风压,可以根据30年一遇的基本风压,乘以调整系数得出。不同重现期与以30年一遇的重现期为1.0的相对比值即为调整系数,其值见表2—7。

不同重现期调整系数 表2—7

重 现 期	1/100	1/60	1/30	1/20	1/10
调 整 系 数 (平均值)	1.19	1.11	1.00	0.93	0.83

注:本表系根据全国26个地区、400多个台(站)计算结果得出,供设计参考。

(6) 全国最大风速主要分布地区

根据《电力通信线网气候分区(草案)》,全国最大风速主要分布地区列于表2—8,可供参考。

最大风速主要

分布地区

表 2—8

风 速 (米/秒)	名 称	主 要 分 布 地 区
≤20.0	大风区	长江中游的鄂、湘、黔、川交界和长江中下游的鄂、皖、浙、赣交界地区
20.1~25.0	强风压	黄土高原、华北平原、华南大部分，长白山区和山东半岛中部地区
25.1~30.0	烈风区	华东沿海、华南近南岭、秦岭山地、东北平原、内蒙古自治区南部、河西走廊和新疆维吾尔自治区的准噶尔、塔里木盆地地区
30.1~35.0	狂风区	天山山地、内蒙古自治区大部分、小兴安岭山地、东南沿海和渤海南北岸一小部分地区
>35.0	飓风区	广东、闽南沿海和渤海南、北岸极小部分地区

以上是确定最大风速时必须考虑的一些主要问题，同时还必须注意风压板风仪的误差。我国气象台(站)的风速资料，很大一部分系由风压板风仪测得。这种仪器由于观测位置、本身惯性及山地受非水平气流作用等方面的原因，与达因风仪比较存在较大的误差，而且风压越大误差越大。收集资料时如遇有上述问题，应征求气象部门的意见以确定解决办法。

2. 最大风速时温度

确定最大风速时温度的主要根据是

(1) 最大风速时的相应温度：如为自记风速站，则在自记温度计上取其邻近某一整点(时差不超过半小时)时的温度；如为定时观测，则挑选相应的温度。

(2) 最大风速季节时的最冷月的平均温度：最大风速如出现在春季(3月~5月)，取3月的平均温度；如出现在夏季(6月~8月)，则取6月的平均温度；如出现在秋季(9月~11月)，则取11月的平均温度；如出现在冬季，则取1月的平均温度。

我国各地造成大风的天气因素很多，如寒潮、台风、气旋等。而它们出现的季节各不相同，台风出现于夏秋之间，寒潮及气旋则以冬春季为多；它们出现的地区亦不相同，如台风仅限于东南沿海，很少侵入北部沿海及内陆地区；而寒潮的影响可遍及全国，只是南方所受的影响比北方小；气旋的影响则以东北和长江下游为最多。这样一来，同一地点的最大风速就有可能一次是由台风形成的，另一次则是由寒潮形成的，两次风速值虽基本相同，但气温相差很大(可相差30℃)。为此，确定最大风速时的温度就应综合考虑上述两种情况。一般说来，最大风速出现的季节还是有规律性的。如南岭，云贵高原以北地区最大风速多出现于冬、春季，华北、东北等地每当寒潮南下东北低压加深时

往往形成大风，因此这些地区最大风速时的温度多选取冬春季。东南沿海的大风则以台风为主，相应最大风速时的温度则应以夏、秋季的大风为主。

《全国电力通讯线网气候分区(草案)》整理的最大风速季节、最冷月及其温度取值列于表2—9，供设计参考。

最大风速季节

最冷月温度

表 2—9

地 区	最大风速 出现季节	取值月份	温 度 取 值
东北、内蒙	冬 春	3	-5℃
河北	冬 春	1	-5℃, -10℃
山东、山西	冬 春	1	-5℃
河南、江苏、 湖北、湖南	冬 春	3	+10℃
安徽	冬 春	1	0℃
江西	冬 春	1	+5℃
浙江、福建、 广东、广西	秋 冬	11	+15℃(浙闽), +20℃(两广)
四川	冬 春	3	+10℃
云南	冬 春	1	+10℃, +15℃
贵州	4、5、8月	3	+10℃
西北、西藏	春季(陕 青)、春夏	3	+5℃, 0℃(青)

3. 覆冰厚度

覆冰厚度是接触网设计的一项重要资料，但由于目前覆冰厚度的观测和折算方法不尽一致，也不够严格，故一般只能根据运营经验确定。

覆冰种类大致可以分为雾凇和雨凇两类。雾凇比重轻(约0.1克/厘米³)，冻结不密实。雨凇比重较大(约0.9克/厘米³)，冻成浑然一体的透明状冰壳，附着力强。导线覆冰系指这类雨凇而言。

冰、霜、雪及冰霜混合物折算为雨凇(冰)厚度的方法有下列几种。

(1) 霜、雪、雾凇一律按雾凇折算，每4毫米雾凇厚度折合1毫米雨凇厚度；

(2) 冰、雨凇按雨凇计算；

(3) 冰霜混合或雨凇雾凇混合按原厚度的二分之一折算成雨凇厚度。

雨凇(冰)的比重一律按0.9克/厘米³计算。

《全国电力通讯线网气候分区(草案)》中覆冰厚度分布地区列于表2—10，供参考。

必须注意，在接触网上有一个特殊问题，即接触线上覆冰容易被受电弓刮掉，故接触线的覆冰厚度一律按承力索覆冰厚度的一半考虑。

4. 覆冰时的温度及覆冰时相应的风速

根据国内各有关资料，形成雨凇(冰)的气象条件多为0℃~-10℃，风速5~15米/秒，湿度约80%以上。温度过低的情况是不易覆冰的，故覆冰时的温度一般取-5℃。

覆冰时相应的风速实际上很难测定，根据经验

覆冰厚度分布地区 表 2—10

覆冰厚度 (毫米)	名 称	主 要 分 布 地 区
0	无 冰 区	四川盆地、闽南和珠江流域大部分地区
0.1~5.0	轻 冰 区	内蒙、新疆、甘肃、东北三省、华北和华南大部分地区
5.1~10.0	中 冰 区	甘新交界、内蒙东北部、小兴安岭地区、鲁中和豫鄂交界地区
10.1~15.0	重 冰 区	天山山地、大兴安岭、秦岭南侧、豫皖交界、浙中和浙南地区
15.1~20.0	超重冰区	秦岭、武夷山、黄山两侧、两湖盆地附近和云贵高原边缘地区
>20.0	特重冰区	两湖盆地、云贵高原大部分地区 and 秦巴山区一部分地区

和有关资料,多数地区按10米/秒考虑,个别严重地区取15米/秒,详细情况可参见《架空送电线路设计技术规程》。

5. 其他各项温度

(1) 最高及最低温度

最高、最低温度可直接采用各气象台(站)的年最高、最低温度(年极值温度)。由于历年的年气温资料规律性较强,出入不大,故决定最高、最低温度并不困难。考虑到全国绝大多数地区的最高温度均在 $+30^{\circ}\text{C}$ 以上,所以一般最高温度均取 $+40^{\circ}\text{C}$ 。

最低温度的选取可参考表 2—11。

最低温度(近似值)

分布地区 表 2—11

最低温度($^{\circ}\text{C}$)	主 要 分 布 地 区
-5	广东、广西、福建和浙江沿海地区
-10	长江流域及云、贵、川的大部分地区
-20	黄河流域与华北平原的大部分地区
-30	河北、山东西北部、东北南部等地区
-40	东北北部及其他高寒地区

(2) 吊弦及定位器正常位置时的温度

确定吊弦及定位器正常位置时温度的根据是:

- 1) 吊弦及定位器在最高及最低温度条件下产生的

左右偏斜应尽量相等; 2) 吊弦及定位器在正常位置的时间尽可能长。因此,吊弦及定位器正常位置时的温度一般是根据最高及最低温度计算的平均温度并结合全年较长时间出现的温度选定,取值以5的倍数为好。

(3) 接触线无弛度时的温度

接触线无弛度时受流条件最好,正弛度时稍差,负弛度时最差,而且负弛度愈大受流情况愈不利。考虑到电力机车通过时,由于受电弓上举力的作用,对正弛度有一定的补偿,而对负弛度反而会加大。因此,确定接触线无弛度时温度的原则是:接触线在最高温度时产生的正弛度的绝对值略大于在最低温度时产生的负弛度的绝对值,一般按下式计算然后取整。

$$t_0 = \frac{1}{2}(t_{\max} + t_{\min}) - 5 \quad (2-3)$$

式中 t_0 ——接触线无弛度时温度($^{\circ}\text{C}$);

$t_{\max}$ ——最高温度($^{\circ}\text{C}$);

$t_{\min}$ ——最低温度($^{\circ}\text{C}$)。

6. 雷电日或雷电小时

雷电日——在一天24小时以内,如果发生了雷电现象,不管其雷击次数为多少,都算作一个雷电日。一年内雷电日的总数就是年雷电日。将若干年雷电日数加起来取其平均值即为年平均雷电日。

雷电小时——在一小时内,如果发生了雷电现象,不管其雷击次数是多少,雷电活动持续了一小时或仅发生一次,都算作一个雷电小时。一年内雷电小时的总数就是年雷电小时。将若干年雷电小时数加起来取其平均值即为年平均雷电小时。

雷电日及雷电小时表示了一个地区雷电活动强弱程度,用雷电小时计算比较精确。

接触网设计中应向有关气象台(站)收集本项资料,以确定是否需要采取防雷措施。

7. 隧道内的气象条件

我国是一个地形复杂的国家,铁路隧道很多,有关隧道内气象条件的确定尚待进一步研究解决。根据以往的做法和经验,现提出下列几点,供设计参考。

(1) 隧道内最高温度较隧道外约低 10°C ;

隧道内最低温度较隧道外约高 5°C ;

(2) 风速不计;

(3) 接触悬挂上不结冰。

以上仅适用于整个锚段在隧道内的情况。当锚段的一部分在隧道内,而另一部分在隧道外时,一般就按隧道外计算。

第三节 气象分区

电气化铁路设计用气象区目前尚未划分。现将水电部架空送电线路设计采用的典型气象区列于表 2—12,供参考。

表 2—12中各区的适用范围为

I 区——南方沿海受台风侵袭地区,如福建、浙江东部、广东及广西的沿海地区、

典型气象区

表 2—12

气 象 区		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
大 气 温 度 (℃)	最 高	+ 40								
	最 低	- 5	- 10	- 10	- 20	- 10	- 20	- 40	- 20	- 20
	覆 冰	- 5								
	最 大 风	+ 10	+ 10	- 5	- 5	+ 10	- 5	- 5	- 5	- 5
	安 装	0	0	- 5	- 10	- 5	- 10	- 15	- 10	- 10
	外过电压	+ 15								
	内过电压年平均气温	+ 20	+ 15	+ 15	+ 10	+ 15	+ 10	- 5	+ 10	+ 10
风 速 (米/秒)	最大风速	35	30	25	25	30	25	30	30	30
	覆 冰	10							15	
	安 装	10								
	外过电压	15	10							
	内过电压	0.5 × 最大风速 (不低于15米/秒)								
覆冰厚度 (毫米)		0	5	5	5	10	10	10	15	20
冰的比重 (克/厘米³)		0.9								

II 区——华东大部地区。

III 区——西南非重冰地区、福建及广东等受台风影响较弱的地区。

IV 区——西北大部地区、华北的京、津、唐地区。

V 区——华东、中南及西南三个地区的山地。

VI 区——华北平原、湖北、湖南及河南等地。

VII 区——寒潮风比较强烈的地带，如东北大部地区、河北的承德、张家口一带。

VIII 区——覆冰较严重的地区，如山东、河南部分地区，湘中和粤北的重冰地带。

IX 区——云贵高原重冰区。

第三章 接触悬挂

第一节 接触悬挂的分类及其选定

1. 对接触悬挂的要求

接触悬挂是向电力机车供电的设备, 为了保证受流质量, 接触悬挂应满足下列要求:

(1) 接触悬挂的弹性应尽量均匀, 即悬挂各点在相同受电弓的压力作用下, 接触线的升高应尽量相等, 悬挂点不应有“硬点”。

(2) 接触线对轨面的高度应尽量相等, 若高度变化时, 应避免出现大坡度。

(3) 接触悬挂对受电弓应具有足够的稳定性, 即电力机车通过时, 悬挂升高要小并均匀, 而且不发生剧烈的摇晃, 因此, 导线的张力应足够大。

2. 接触悬挂主要由承力索、接触线及吊弦组成。此外, 为了缩小事故范围、导通电流以及保证接触网经常处于良好的工作状态, 在悬挂上还设有中心锚结、电连接及张力自动补偿器等。但不同悬挂类型, 上述各项亦不相同。

仅有接触线的悬挂称简单接触悬挂(图3-1)。

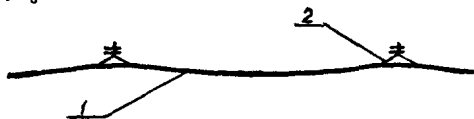
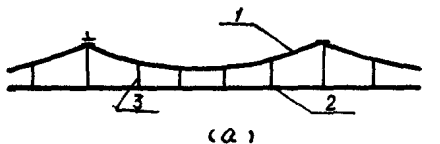


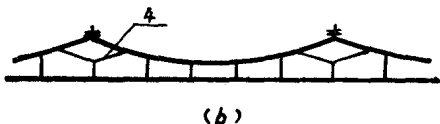
图3-1 简单接触悬挂

1——接触线; 2——吊索。

由承力索、接触线和吊弦组成的悬挂称链形悬挂(图3-2)。



(a)



(b)

图3-2 链形悬挂

(a)——简单链形悬挂;

(b)——弹性链形悬挂。

1——承力索; 2——接触线; 3——吊弦;

4——弹性吊弦。

3. 链形悬挂的分类

(1) 按承力索数目分

单链形悬挂——有1根承力索(图3-2);

双链形悬挂——有2根承力索(图3-3)。

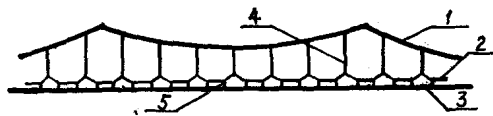


图3-3 双链形悬挂

1——承力索; 2——次承力索; 3——接触线; 4——吊弦; 5——短吊弦。

双链形悬挂的弹性、稳定性均比较好, 适用于高速行车、大电流的电化线路。但结构复杂, 我国尚未采用。

(2) 按张力补偿方式分

未补偿链形悬挂——承力索、接触线均不装设张力自动补偿器;

半补偿链形悬挂——承力索硬锚、接触线装设张力补偿器;

全补偿链形悬挂——承力索、接触线均装设张力补偿器。

未补偿链形悬挂结构简单, 但受流质量差, 在我国电气化铁路上未采用。

(3) 按悬挂点处的吊弦分

简单链形悬挂——悬挂点处采用简单吊弦, 如图3-2(a)所示。

弹性链形悬挂——悬挂点处采用弹性吊弦, 如图3-2(b)所示。

简单链形悬挂与弹性链形悬挂比较, 悬挂点处前者安装比较方便, 但弹性较差, 后者则与此相反。目前两种形式均大量采用。

(4) 按承力索与接触线相对位置分

直链形悬挂——承力索位于接触线的正上方, 直线上成“之”字布置, 曲线上成折线布置, 如图3-4(a)所示。

斜链形悬挂——直线上成“之”字布置, 但承力索与接触线“之”字的方向相反, 如图3-4(b)所示。曲线上成折线布置, 但承力索相对接触线有一向曲线外侧的位移。

半斜链形悬挂——直线上接触线成“之”字布置, 承力索位于线路中心的正上方, 如图3-4(c)

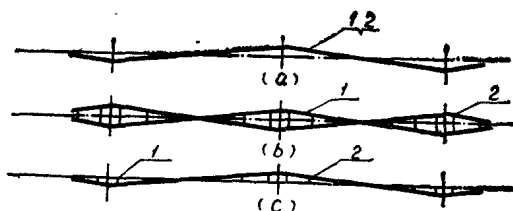


图 3—4 直线区段链形悬挂平面投影图
(a)——直链形悬挂；(b)——斜链形悬挂；(c)——半斜链形悬挂。
1——承力索；2——接触线。

所示。

斜链形悬挂及半斜链形悬挂风稳定性较好，但斜链形悬挂结构复杂。目前，我国直线上采用半斜链形悬挂，曲线上采用直链形悬挂，一般统称链形悬挂。

4. 接触悬挂的选定

《铁路工程技术规范》规定：“接触网一般采用链形悬挂……。如采用全补偿链形悬挂，应采取动作可靠的断线制动装置等措施。

不符合现行的国标GB146—59隧限—2的隧道，不能采用链形悬挂时，可采用带吊弦的简单悬挂……。”

从目前发展趋势来看，由于简单悬挂具有省工、省料、省投资等优点，其适用范围正在扩大。一般行车速度不超过80公里/小时的区段可考虑采用。

我国电气化铁路上常用的接触悬挂的特点及适用范围见表3—1。具体选用时应根据供电计算求出的总截面、线路特点、行车速度、气象条件及运营经验等因素，综合进行技术经济比较后再确定。

常用的接触悬挂 表 3—1

悬挂类型	特 点	适用范围
简单悬挂	无承力索，接触线设补偿器，支柱处采用弹性吊索 优点： 1. 施工与维修方便； 2. 对隧道净空要求低； 3. 投资少 缺点：高速行车时受流质量较差	1. 行车速度不超过每小时80公里的正线及站线； 2. 隧道净空较低的区段应优先考虑采用

续上表

悬挂类型	特 点	适用范围
半补偿弹性链形悬挂	接触线张力不变，承力索张力随温度变化而变化 优点： 1. 安全可靠； 2. 中心锚结及下锚结构简单； 3. 断线后修复容易； 4. 弹性较好 缺点： 1. 弛度变化大； 2. 结构高度大，对支柱容量及高度要求高； 3. 调整困难； 4. 隧道净空要求较高	行车速度较高的正线，但隧道除外
半补偿简单链形悬挂	接触线张力不变，承力索张力随温度变化而变化 优点： 1. 安全可靠； 2. 中心锚结及下锚结构简单； 3. 断线后修复容易； 4. 弹性较好 缺点： 1. 弛度变化大； 2. 结构高度大，对支柱容量及高度要求高； 3. 调整困难； 4. 隧道净空要求较高	1. 站线； 2. 行车速度较高的隧道内正线
全补偿弹性链形悬挂	承力索及接触线的张力均不变 优点： 1. 弹性均匀，弛度变化小； 2. 调整方便； 3. 结构高度小，支柱容量及高度较小 缺点：中心锚结及下锚结构复杂	高速行车的正线及一般正线（隧道除外）
全补偿简单链形悬挂	承力索及接触线的张力均不变 优点： 1. 弹性均匀，弛度变化小； 2. 调整方便； 3. 结构高度小，支柱容量及高度较小 缺点：中心锚结及下锚结构复杂	1. 高速行车的正线及隧道内的一般正线 2. 站线

第二节 承 力 索

承力索的主要功用是通过吊弦将接触线悬挂起来，承受接触线的重量，减少接触线的弛度。

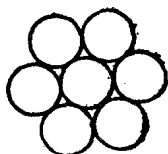
承力索材料采用1×19结构的GJ—70镀锌钢绞线，其性能应符合国家标准GB1200—75。镀锌钢绞线的国家标准见表3—2及表3—3。

在牵引电流较大的直流电气化铁路上，或在锈蚀严重的区段，有用铜绞线作承力索的，此时承力

索还起供电的作用，为了节省用铜，我国一般已不采用。

决定承力索额定张力时应考虑：

1. 钢承力索安全系数不小于3；
2. 钢绞线强度因锈蚀降低30%；
3. 综合平衡导线弛度、支柱容量、连接零（部）件强度等方面的要求。

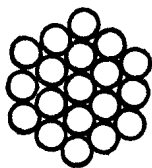


1×7结构

镀锌钢绞线 (1×7结构) 国家标准 (GB1200—75)

表 3—2

直 径 (毫米)		全部 钢 丝 断 面 积 (毫米²)	参 考 重 量 (公斤/100米)	公 称 抗 拉 强 度 (公斤/毫米²)				
钢 绞 线	钢 丝			110	125	140	155	170
				钢 丝 破 断 拉 力 总 和 (公斤, 不 小 于)				
1.8	0.6	1.98	1.69		248	277	306	336
2.1	0.7	2.69	2.30		336	376	416	457
2.4	0.8	3.54	3.01		440	492	548	598
2.7	0.9	4.45	3.81		556	623	689	756
3.0	1.0	5.50	4.70	605	680	770	852	935
3.3	1.1	6.65	5.09	731	830	931	1030	1130
3.6	1.2	7.91	6.77	870	989	1100	1220	1340
3.9	1.3	9.29	7.95	1020	1160	1300	1430	1570
4.2	1.4	10.77	9.23	1180	1340	1500	1660	1830
4.5	1.5	12.36	10.55	1360	1540	1730	1910	2100
4.8	1.6	14.07	12.05	1540	1760	1960	2180	2390
5.1	1.7	15.88	13.60	1740	1980	2220	2460	2690
5.4	1.8	17.80	15.22	1950	2230	2490	2750	3020
6.0	2.0	21.98	18.82	2410	2750	3070	3400	3730
6.6	2.2	26.60	22.77	2920	3320	3720	4120	4520
7.2	2.4	31.65	27.09	3480	3950	4430	4900	5380
7.8	2.6	37.15	31.82	4080	4640	5200	5750	6310
8.4	2.8	43.08	36.86	4730	5380	6030	6670	
9.0	3.0	49.46	42.37	5440	6180	6920	7660	
9.6	3.2	56.27	48.18	6180	7030	7870		
10.5	3.6	67.31	57.65	7400	8410			
11.4	3.8	79.35	67.96	8730	9910			
12.0	4.0	87.92	75.33	9670	10990			



镀锌钢绞线 (1×19结构) 国家标准 (GB1200—75)

表 3—3

1×19 结构

直 径 (毫米)		全部钢丝 断 面 积 (毫米²)	参 考 重 量 (公斤/100米)	公 称 抗 拉 强 度 (公斤/毫米²)				
钢 绞 线	钢 丝			110	125	140	155	170
				钢 丝 破 断 拉 力 总 和				
				(公 斤, 不 小 于)				
5.0	1.0	14.92	12.70	1640	1860	2080	2310	2530
5.5	1.1	18.05	15.37	1980	2250	2520	2790	3060