

UDC

TB

中华人民共和国行业标准

TB 10008 — 2015
J 660 — 2016

P

铁路电力设计规范

Code for Design of Railway Electric Power

2015-12-23 发布

2016-04-01 实施

国 家 铁 路 局

发 布

中华人民共和国行业标准

铁路电力设计规范

Code for Design of Railway Electric Power

TB 10008—2015

J 660—2016

主编单位：铁道第三勘察设计院集团有限公司

批准部门：国家铁路局

施行日期：2016 年 4 月 1 日

中国铁道出版社

2016 年·北京

中华人民共和国行业标准

铁路电力设计规范

TB 10008—2015

J 660—2016

*

中国铁道出版社出版发行

(100054,北京市西城区右安门西街8号)

出版社网址:<http://www.tdpress.com>

中国铁道出版社印刷厂印

开本:850 mm×1 168 mm 1/32 印张:4.125 字数:101 千

2016年3月第1版 2016年3月第1次印刷

书号:15113·4615 定价:22.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社发行部联系调换。

发行部电话:路(021)73174,市(010)51873174

国家铁路局关于发布铁道行业标准的公告

(工程建设标准 2015 年第 3 批)

国铁科法〔2015〕63 号

现公布《铁路电力设计规范》(TB 10008—2015)行业标准,自 2016 年 4 月 1 日起实施。《铁路电力设计规范》(TB 10008—2006)同时废止。

本标准由中国铁道出版社出版发行。

国家铁路局

2015 年 12 月 23 日

前 言

为适应我国经济社会发展,满足铁路建设和发展需要,充分体现铁路电力的用户需求和技術特点,统一铁路电力工程设计标准,做到安全适用、供电可靠、技术先进、经济合理、使用维护方便,编制本规范。

本规范在《铁路电力设计规范》(TB 10008—2006)的基础上修订而成。修订过程中,贯彻执行国家能源政策,全面总结和吸收了我国铁路电力工程建设、运营的实践经验和科研成果,借鉴了国内外有关标准的规定,合理优化主要设计参数,进一步提升了规范的科学性和技术经济合理性。

本规范共分 15 章,主要内容包括:总则、术语、基本规定、供配电系统、变配电所、电力远动系统、架空电力线路、电缆线路、低压配电、电气照明、铁路专用设施及特殊场所供电、机电设备监控系统、电力装置防雷及接地、电气节能与环保、接口设计。另有 5 个附录。

本次修订的主要内容如下:

1. 调整和补充了适用于本规范的相关术语。
2. 增加了 20 kV 电压等级的有关内容;取消了各种铁路电力负荷等级划分内容。
3. 增加了柴油发电机、光伏、风力发电等自备电源的原则性要求;增加了“后备电源”有关内容,提出了分布式能源系统的应用原则。
4. 增加了铁路高压电力系统中性点接地、气体绝缘设备等内容。

5. 提出了电力远动系统、机电设备监控系统的系统设计、功能组成,以及两个系统间的相互关系处理原则。完善了电能计量内容,增加了机电设备监控系统配置能源管理功能的要求。

6. 修订了架空电力线路与铁路交叉、接近的要求,增加了绝缘导线的有关设计要求。

7. 完善了长电缆线路接地和补偿的规定。紧密跟踪铝合金电缆国家标准和技术发展,增加了铝合金电缆相关内容。

8. 细化了对通信信号等与行车有关的重要负荷低压配电的要求,强化了计量方面的要求。

9. 与《铁路照明设计规范》相互协调,提出了铁路照明宏观性、原则性规定,删除了照明方式和种类、照明标准值、光源、灯具、供电和控制等具体内容。

10. 修订了桥梁、隧道等的供电要求,增加了动车地面电源、集中式 UPS 系统设计的原则性规定。

11. 与《铁路防雷及接地工程技术规范》相互协调,删除了建筑物、电子信息系统防雷及接地的内容。

12. 增加了“电气节能与环保”、“接口设计”内容。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

希望有关单位在执行本规范的过程中,结合工程实践,随时总结经验,积累资料,如发现需要修改和补充之处,请及时将有关意见和资料寄铁道第三勘察设计院集团有限公司电化电信处(天津市河北区金沙江路 33 号增 1 号,邮政编码:300251),并抄送中国铁路经济规划研究院(北京市海淀区北蜂窝路乙 29 号,邮政编码:100038),供今后修订时参考。

本规范由国家铁路局科技与法制司负责解释。

本规范主编单位:铁道第三勘察设计院集团有限公司。

本规范参编单位:中铁第四勘察设计院集团有限公司、中铁第

五勘察设计院集团有限公司、中铁上海设计院集团有限公司、中铁电气化勘测设计研究院有限公司。

主要起草人：马静波、赵欣、孙建明、万光平、周铁军、陈劲松、张国栋、刘卓辉、王剑铭、叶頔、邓梦、罗思衷、吴大鹏、关磊、杨剑、徐凯、许红、刘春丰。

主要审核人：李焱、陈学光、张苏、廖宇、管亚敏、王建文、刘立峰、周丹、王向东、马彦宇、陈修延、成明华、侯义明、陈桂明、严新金、张晖。

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	3
4	供配电系统	4
4.1	负荷分级及供电要求	4
4.2	电源及电压选择	5
4.3	系统配置	7
4.4	电能质量和无功补偿	9
5	变、配电所	12
5.1	一般规定	12
5.2	所址选择及所区布置	12
5.3	电气主接线、设备选择及布置	14
5.4	变电台和箱式变电站	16
5.5	测量表计、继电保护配置	17
6	电力远动系统	23
6.1	一般规定	23
6.2	系统设计	23
7	架空电力线路	25
7.1	一般规定	25
7.2	路径选择	25
7.3	导线选择及线路架设	26
7.4	绝缘子和金具	28

7.5	杆塔、拉线和基础	29
7.6	开关设备	30
7.7	安全距离及交叉、接近	31
8	电缆线路	35
8.1	一般规定	35
8.2	电缆选择	35
8.3	电缆敷设	36
8.4	电缆附件及其他	39
9	低压配电	40
9.1	一般规定	40
9.2	低压配电系统设计	40
10	电气照明	44
11	铁路专用设施及特殊场所供电	45
11.1	铁路桥梁供电	45
11.2	铁路隧道供电	45
11.3	空调客车和动车组地面电源系统	46
11.4	集中式 UPS 供电系统	46
12	机电设备监控系统	49
12.1	一般规定	49
12.2	系统设计	50
12.3	系统基本功能	52
13	电力装置防雷及接地	53
13.1	一般规定	53
13.2	电力装置防雷	53
13.3	电力装置接地	55
14	电气节能与环保	59
14.1	一般规定	59

14.2	供配电系统的节能	59
14.3	电气照明的节能	60
14.4	电气设备和元器件的节能	61
14.5	控制和管理系统的节能	61
14.6	环境保护	62
15	接口设计	63
15.1	一般要求	63
15.2	电力工程与土建工程的接口	63
15.3	铁路供配电系统与外部电源的接口	63
15.4	供配电系统与其他设备的接口	64
附录 A	典型气象区	65
附录 B	外壳防护等级分类	66
附录 C	交流电力装置铁路常用接地电阻最高限值(Ω)	70
附录 D	低压配电系统的接地形式	72
附录 E	低压接地配置、保护导体和保护联结导体	75
本规范用词说明		76
引用标准名录		77
《铁路电力设计规范》条文说明		80

1 总 则

1.0.1 为统一铁路电力工程设计标准,做到安全适用、供电可靠、技术先进、经济合理、使用维护方便,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于 110 kV 及以下的铁路电力工程设计。

1.0.3 铁路电力工程设计应贯彻执行国家能源政策,采取节能措施,降低电能消耗,并应因地制宜,保护环境,节约土地。

1.0.4 铁路电力工程设计采用新技术、新工艺、新材料、新设备时,应符合国家及行业有关规定。

1.0.5 铁路电力工程设计应针对相关致灾因素和安全隐患,采取必要的防范措施。

1.0.6 铁路电力工程设计除应符合本规范外,还应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 公共电网 public distribution network

面向社会提供电能的电力网。

2.0.2 外部电源 external distribution system

向铁路供配电系统供电的电源,包括公共电网及其他电网的电源。

2.0.3 后备电源 extra electric source

在双重电源同时失电时,用于对重要一级负荷继续供电的另一路电源。

2.0.4 低压配电系统 low voltage power distribution system

工频 1 000 V 及以下铁路电力配电设施的统称。

2.0.5 综合负荷电力贯通线路 high-voltage power line along the railway for all electric loads

以铁路沿线各类中小负荷为主要供电对象,由相邻变、配电所以互为备用方式供电的高压电力线路。

2.0.6 一级负荷电力贯通线路 high-voltage power line along the railway for first electric loads

以铁路沿线一级负荷为主要供电对象,由相邻变、配电所以互为备用方式供电的高压电力线路。

2.0.7 变配电所 substation and distribution station

带有高压配电功能的变电所。

3 基本规定

3.0.1 铁路电力工程设计应从全局出发,统筹兼顾,按照负荷性质、用电容量、工程特点和地区供电条件,因地制宜,实行差异化设计,合理确定设计方案。供电方式宜采用集中供电方式,亦可采用分散供电方式、集中供电和分散供电相结合的方式。

3.0.2 铁路电力工程设计年度分为近期和远期。近期为交付运营后第十年,远期为交付运营后第二十年。设计时应根据工程特点、规模和发展规划,做到远、近期结合。电气设备的房屋和场地、高压电力干线应按远期用电量确定;低压电力线路应按近期用电量确定,其中能确认远期需求的低压硬母线式干线,应按远期用电量确定;其他电力设施及电气设备宜按交付运营时的用电量确定,适当考虑发展。

3.0.3 铁路供配电系统属不同单位管理时,分界点处电力设施的设置应方便管理。

3.0.4 铁路电力工程设计应根据运营管理需要,合理设置计费装置及必要的内部考核计量装置或系统。

3.0.5 改建工程应根据既有电力设施及与其相关的建筑物和构筑物的质量、使用年限、安全可靠程度等情况,充分利用符合使用条件的既有设施。

3.0.6 铁路变电所包括室内变电所、箱式变电站、杆架式变电台、落地式变电台等形式。

3.0.7 铁路电力运营管理机构 settings,应符合电力设施管理和维护的要求。

3.0.8 铁路电力设计应注重与其他专业之间的协调和接口衔接;既有线改造电力设计应注重新旧设备的衔接。

4 供配电系统

4.1 负荷分级及供电要求

4.1.1 铁路用电负荷根据供电可靠性要求及中断供电对人身安全、经济损失或影响程度,分为一级负荷、二级负荷及三级负荷,并应符合下列要求:

1 符合下列情况之一时,应为一级负荷:

- 1) 中断供电将造成人身伤害。
- 2) 中断供电将在经济上造成重大损失。
- 3) 中断供电将影响重要的用电单位正常工作、造成铁路运输秩序严重混乱。

2 符合下列情况之一时,应为二级负荷:

- 1) 中断供电将在经济上造成较大损失。
- 2) 中断供电将影响较重要用电单位的正常工作、影响铁路正常运输。

3 不属于一级和二级负荷者为三级负荷。

4.1.2 一级负荷应由双重电源分别供电至用电设备或低压双电源切换装置处。当一路电源发生故障时,另一路电源不应同时受到损坏。

4.1.3 对中断供电将造成人身伤亡或重大设备损坏等后果,以及特别重要场所的不允许间断供电的一级负荷,其供电应符合下列规定:

1 除由双重电源供电外,应增设后备电源。其中用电设备系统自行配置有后备电源且能满足其供电时间和切换要求时,供配电系统可不另行配置后备电源。

2 供电电源的切换时间应满足用电设备允许中断供电的要求。

4.1.4 二级负荷的供电应符合下列规定之一：

1 可由具备两回电源线路且其高低压至少一侧设有联络的变电所供电。

2 可由贯通线路、环网线路以及其他双端供电线路等能构成等效双回电源线路的变电所供电。

3 在负荷较小或地区供电条件困难时，可由一回 6 kV 及以上专用的电力线路供电。当专用电力线路采用架空线路时，可由一回架空线路供电；当采用电缆线路时，宜采用主备电缆供电或设置备用电缆通道，其中备用电缆应能负载 100% 的二级负荷。

4.1.5 三级负荷可由一路电源供电。

4.2 电源及电压选择

4.2.1 铁路供配电系统的电源可采用外部电源、电力牵引供电电源、自备电源，应优先采用外部电源。

4.2.2 电气化铁路的供配电系统电源可利用电力牵引供电电源，并应符合下列规定：

1 技术经济合理时，可与牵引变电所共用一次侧电源。

2 当所在地区偏僻、电源匮乏，技术经济合理时，可在牵引变电所二次侧设配电变压器取得电源，且其输出的电源质量应满足用电设备需求。

3 当难以就近取得外部电源或电力牵引供电电源，且在不危害牵引供电系统运行安全时，可由接触网接引电源，并应满足用电设备对电源质量的要求。

4.2.3 满足下列条件之一时，可设置铁路自备电源：

1 无可利用的外部电源，或利用外部电源技术经济性极不合理，且电力牵引供电电源不具备利用条件。

2 需要设置后备电源系统。

4.2.4 自备电源可采用光伏发电系统、风力发电系统、柴油发电站或利用分布式能源系统。

4.2.5 光伏发电系统、风力发电系统的储能装置设计应符合下列规定：

1 作为主、备电源时和离网型系统，应设置储能装置。

2 并网型系统，发电量大于稳定持续负荷量且不允许向公网逆流时，应设置储能装置。

4.2.6 柴油发电站的设计应符合系统简单、运行可靠、维护管理方便、安全环保的原则。当柴油发电站作为主、备电源时，应采用离网型；当用于实现系统不间断供电时，可采用并网型。

4.2.7 并网型自备电源的机组配置、结线、并网方式、保护和自动化配置，应综合考虑潮流影响、建设和营运模式、国家和地方的相关规定等因素确定。

4.2.8 向一级负荷供电的铁路双电源 10(20、6)kV 配电所电源，其中一路宜为专盘专线。向电力贯通线路供电的相邻两变、配电所电源之间应符合双重电源条件，且其中一个变、配电所的电源宜为两路电源。其他变、配电所应有一路可靠电源，有条件时宜有两路电源。

4.2.9 具有两路电源的变、配电所，每路电源宜保证全部负荷供电。如供电条件确有困难，当一路电源停电时，另一路电源应保证一级和二级负荷供电。

4.2.10 双重电源应符合下列规定：

1 来自不同变电站，即两路电源之间无联系，其中一路电源发生故障时，另一路电源应能继续工作。

2 来自同一变电站的不同母线，即两路电源之间有联系，但发生故障时，两路电源应不致同时受到损坏。

4.2.11 供配电系统的设计，应按一个电源系统检修或故障的同时，另一电源不发生故障进行设计。

4.2.12 下列电源可作为后备电源:

- 1 独立于正常电源的发电机组。
- 2 供电网络中独立于正常电源的专用的馈电线路。
- 3 蓄电池。
- 4 独立于正常电源的其他电源。

4.2.13 后备电源应满足设备继续供电的时间要求,且与正常电源之间应采取防止并列运行的措施。当有特殊要求,后备电源向正常电源转换需短暂并列运行时,应采取安全运行的措施。

4.2.14 铁路供配电系统电源电压应根据用电容量、电源线路长度、当地公共电网现状及其发展规划等因素,经技术经济比较确定,宜采用 10(20、6)kV 电源;铁路枢纽、特大型客站、段等负荷高度集中的地区,或电源线路较长,或变压器安装容量较大,经技术经济比较合理时,宜采用 35 kV 及以上电压的电源。

4.2.15 铁路供配电系统一级配电电压宜采用 10(20、6)kV,当技术经济合理时可采用 35 kV。

4.2.16 当供电电压为 35 kV 或电力贯通线路电压为 35 kV 时,为用电负荷供电的变压器可采用 35 kV 直接降至 220/380 V 或其他用电设备额定输入电压相适应的电压等级的方式。

4.3 系统配置

4.3.1 铁路供配电系统由外部电源线路,变、配电所,高压配电电力线路和低压配电系统等构成。

4.3.2 由铁路 10 kV 配电所供电的变压器最大安装容量不宜超过 15 MV·A。

4.3.3 铁路沿线宜设置电力贯通线路,作为沿线与行车直接有关的用电负荷的主(备)电源,当供电能力允许时,可对难以取得外部电源的其他用电负荷供电。

4.3.4 双线铁路自动闭塞区段应设置双回电力贯通线路。其中一级负荷电力贯通线路主要应作为通信、信号等重要一级负荷设

备的主供电电源及沿线其他一、二级用电负荷的备用电源,综合负荷电力贯通线路主要为沿线其他中小负荷供电,并兼作重要一级负荷的备用电源。

4.3.5 当沿线车站站房等大负荷采用集中供电方式技术经济合理时,可采用在沿线设置双环网线路供电的方式。

4.3.6 设置在铁路沿线,为电力贯通线路供电的 10(20、6)kV 配电所之间的距离应根据电源分布情况和方便检修的原则确定。技术经济合理时,超长的电力贯通线路可通过提高电压等级至 35 kV,以提高供电能力。极端困难时,应采取适宜的技术方案,限制正常供电半径的长度。

4.3.7 区段站、编组站、客技站及规模较大的段、所、场宜以环网为主要供电方式。

4.3.8 对于 I 级铁路和设计速度为 200 km/h 及以上的铁路,向一级负荷供电且受远动系统监控的变电所宜采用箱式变电站或室内变电所。

4.3.9 电力贯通线路的形式应根据供电安全可靠、工程实际情况综合确定采用架空与电缆混合线路,或全电缆线路。

4.3.10 经调压器供电的 10(20)kV 电力贯通线路,其系统中性点接地方式应符合下列规定:

1 当系统单相接地故障电容电流不大于 10 A 时,应采用不接地系统。

2 当系统单相接地故障电容电流不大于 150 A 时,可采用低电阻接地方式或消弧线圈接地方式;当系统单相接地故障电容电流大于 150 A 时,宜采用低电阻接地方式。

3 全电缆线路宜采用低电阻接地方式。

4 低电阻接地方式的接地电阻宜按单相接地电流 200 A~400 A、接地故障瞬时跳闸方式选择。

4.3.11 电力贯通线系统中性点经消弧线圈接地时,宜采用接地变压器构成中性点;经低电阻接地时,可采用调压器副边中性点经

低电阻接地方式。

4.3.12 电力贯通线路应设置分段开关,并应符合下列规定:

1 应具备在故障或检修时独立切除故障段或作业段线路的能力。

2 分段开关设置应充分考虑气候特点,受覆冰影响的地区或无法确定气候影响时,非密封型的分段开关,应设置在室内或室外型成套设备内。

3 分段开关宜结合车站或信号楼、信号中继站、通信基站等设施确定布设点位;对于特长隧道内或抢修困难的区段,其间距应适当减小。每个车站,不同产权或管辖单位的管理分界处应设置各自的分段开关。

4 设有电力远动系统时,分段开关应纳入电力远动系统监控。

5 为车站、信号楼、信号中继站供电和为设计速度 200 km/h 及以上的铁路通信基站、直放站供电的变电所,其高压接线宜采用环网形式,环网开关兼具分段开关功能。

4.3.13 贯通线路等重要电力干线与其他有源的电力线路相连时,应在接引点处设置用于改变运行方式的切换开关。切换开关宜结合接引点处的变电所设置,或设置开闭所。设有电力远动系统时,切换开关应纳入远动系统监控。

4.4 电能质量和无功补偿

4.4.1 用户受电端供电电压偏差的允许值应符合下列规定:

1 35 kV 及以上供电线路,供电电压正负偏差绝对值之和不超过额定值的 10%。

2 10(20、6)kV 及以下供配电线路,为额定值的 $\pm 7\%$ 。

3 220 V 单相配电线路,为额定值的 $+7\% \sim -10\%$ 。

4 在供配电系统非正常情况下,电压偏差允许值可为 $\pm 10\%$ 。

4.4.2 正常运行情况下,用电设备端子处对额定电压偏差的允许值宜符合下列规定:

1 电动机为 $\pm 5\%$ 。

2 照明:在一般工作场所为 $\pm 5\%$;对于远离变电所的小面积一般工作场所,难以满足上述要求时可为 $+5\%$ 、 -10% ;应急照明、道路照明、桥梁照明、隧道照明和警卫照明等为 $+5\%$ 、 -10% 。

3 其他用电设备当无特殊规定时为 $\pm 5\%$ 。

4.4.3 供配电系统中的波动负荷产生的电压变动和闪变在电网公共连接点的限值,应符合《电能质量 电压波动和闪变》(GB/T 12326)的规定。

4.4.4 供配电系统中的谐波电压和在公共连接点注入的谐波电流允许限值,宜符合《电能质量 公用电网谐波》(GB/T 14549)的规定。

4.4.5 供配电系统中公共连接点的三相电压不平衡度允许限值,宜符合《电能质量 三相电压不平衡》(GB/T 15543)的规定。

4.4.6 铁路供配电系统与公网接口处的功率因数不宜低于 0.9,并符合当地规定;低压配电系统的功率因数不宜低于 0.9。设有高压感性补偿的 10 kV 及以上变、配电所,当其未同时设置容性补偿时,由其供电的变电所低压系统功率因数不宜低于 0.95。

4.4.7 当采取提高自然功率因数措施后,仍不能满足要求时,应设置无功补偿装置,并符合下列规定:

1 对用电负荷的无功补偿,应以低压系统补偿为主、高压系统补偿为辅的补偿方式。

2 容量大、负荷平稳且经常运行的用电设备,宜单独就地补偿。

4.4.8 以电缆为主的长距离电力线路,宜采用在线路上分散设置固定电抗器与在变、配电所集中设置补偿装置相结合的补偿方式,并应符合下列规定:

1 变、配电所内的补偿装置宜动态可调,当设于调压母线时,其容量不应超过调压器。

2 用于补偿容性无功电流的电抗器宜采用中性点不接地(Y)接线形式。

5 变、配电所

5.1 一般规定

5.1.1 铁路 110 kV 及以下变、配电所设计除应符合本规范的规定外,还应符合《20 kV 及以下变电所设计规范》(GB 50053)、《35 kV~110 kV 变电站设计规范》(GB 50059)、《3~110 kV 高压配电装置设计规范》(GB 50060)、《建筑设计防火规范》(GB 50016)、《火力发电厂与变电站设计防火规范》(GB 50229)、《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》(GB/T 50062)、《铁路工程设计防火规范》(TB 10063)等标准的有关规定。

5.2 所址选择及所区布置

5.2.1 变、配电所所址选择应符合下列规定:

- 1 接近负荷中心。
- 2 进出线方便。
- 3 设备运输方便。
- 4 周围环境宜无明显污秽,空气污秽时,所址宜设在受污染源影响最小处。

5 所区地坪或基础台面高程宜位于 50 年一遇高水位以上,无法避免时所区应有可靠的防洪措施或与地区的防洪标准相一致,并应高于内涝水位,且不低于由其供电的通信、信号等重要用电设施的室内地坪或基础台面高程。35 kV 地区或中心变电所、66 kV 及以上变电所、配电所所区地坪或基础台面高程应位于 50 年一遇高水位以上。

6 独立设置的配电所、35 kV 地区或中心变电所、66 kV 及

以上变电所主设备间宜离最近铁路股道中心 10 m 以上。

7 不应设在有剧烈振动、高温、滑坡或塌陷可能的场所。

8 应避免设在爆炸危险场所内。如若布置在危险场所内或与危险场所的建筑物毗连时,应符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB 50058)的规定。

9 与其他建筑合建时不应设在厕所、浴室或其他经常积水场所的正下方,且不宜与上述场所相毗邻。

5.2.2 变、配电所宜靠近既有公路设置。配电所、地区或中心变电所宜设置通所道路。主要设备运输道路的宽度可根据运输要求确定,并宜具备回车条件。其中消防车道净宽度和净空高度均不应小于 4.0 m。

5.2.3 所区的场地设计坡度,应根据设备布置、土质条件、排水方式和道路纵坡确定,宜为 0.5%~2%,最小不应小于 0.3%;平行于母线方向的坡度,应满足电气及结构布置的要求;道路最大坡度不宜大于 6%;当利用路边明沟排水时,道路及明沟的纵向坡度不宜小于 0.5%,局部困难地段不应小于 0.3%。

电缆沟及其他类似沟道的沟底纵坡,不宜小于 0.5%。

5.2.4 独立建设的配电所、35 kV 及以上地区或中心变电所宜设置围墙,并在围墙顶部设置防盗设施。围墙的高度与形式,应与周围环境相协调。

5.2.5 所区内建筑物的布置应紧凑合理,充分利用地形,应减少占地面积,并预留远期扩建的位置。

5.2.6 变、配电所室内地面高程应高出室外地面 0.3 m 及以上,室外电缆沟壁宜高出地面 0.1 m。室外环境的设备基础台面应高于地坪,并在周边铺设硬化的散水面;有侧面通风孔时,其底边应高于地坪。

5.2.7 主体建筑内的变、配电所不宜设置装有可燃性油的电气设备,当受条件限制必须设置时,应设在底层靠外墙部位,且不应设在人员密集场所的正上方、正下方、贴邻和疏散出口的两旁,并应

按《建筑设计防火规范》(GB 50016)有关规定,采取相应的防火措施。

5.2.8 电力管线与其他管线、建筑物、构筑物、道路之间的最小净距,应满足安全、检修安装及工艺的要求,并应符合《工业企业总平面设计规范》(GB 50187)的规定。

5.3 电气主接线、设备选择及布置

5.3.1 电气主接线应根据负荷及电源情况采用简单可靠的接线,并应符合下列规定:

1 有两路电源的 35 kV~110 kV 变电所宜采用桥形接线、线路变压器组或分段单母线接线。

2 有两路电源同时运行的配电所宜采用分段单母线接线。

3 向电力贯通线路供电的变、配电所,宜设有载调压器及副边侧专用母线段,并宜考虑跨所供电能力。当贯通线路采用不接地系统时,调压器宜增设旁路开关。

4 有两路电源同时运行的变电所低压母线宜采用分段单母线接线。其中有大量三级负荷的变电所,单电源或单台变压器运行下不能满足全部负荷需要时,宜设三级负荷低压母线段。

5 变电所设有后备电源时,宜将受该电源支持的负荷配电回路集中设置为重要负荷母线段,后备电源与该段母线联络。

5.3.2 35 kV 及以上装有两台及以上主变压器的变电所,当其中任意一台主变压器断开时,其余变压器的容量(包括过负荷能力)应满足全部一、二级负荷的用电要求。

5.3.3 20 kV 及以下变压器台数应根据负荷特点和经济运行进行选择。符合下列条件之一时,宜装设两台及以上变压器:

1 有大量一级或二级负荷。

2 季节性负荷变化较大。

3 集中负荷较大。

5.3.4 在低压配电系统采用 TN 及 TT 接地方式时,宜选用

D,yn11 结线组别的三相变压器。

5.3.5 有两路电源的配电所,装设两台及以上主变压器但无低压二次配出的 35 kV~110 kV 变配电所,宜装设两台容量相同可互为备用的所用变压器;只有一路电源进线、向电力贯通线路供电的变、配电所,宜由电力贯通线路再接引一路所用电源。

5.3.6 安装在室内的所用变压器应为干式。

5.3.7 变、配电所用蓄电池组的容量,应符合下列规定:

- 1 全所事故停电 1 h(无人值班时 2 h)的放电容量。
- 2 事故放电末期最大的冲击负荷容量。
- 3 应满足分闸、信号及继电保护要求。

5.3.8 变、配电所主母线、贯通母线的电压互感器前应装设隔离开关。接在母线上的避雷器和电压互感器,可合用一组隔离开关或隔离断口。对接在变压器引出线上的避雷器,不宜装设隔离开关。

5.3.9 变、配电所室内外配电装置应符合下列规定:

- 1 10 kV~35 kV 配电装置宜采用室内成套配电设备。
- 2 110 kV 配电装置宜采用室外配电设备,选址困难或环境特别恶劣地区可采用室内 GIS 配电设备。

5.3.10 35/0.4 kV、10(20、6)/0.4 kV 变电所符合下列条件之一时,宜设置在室内:

- 1 10(20、6)kV 变压器容量在 200 kV·A 及以上者,35 kV 变压器容量在 125 kV·A 及以上者。
- 2 环境限制或有防火防爆规定者。
- 3 空气污秽严重,对电气设备有腐蚀的处所。

5.3.11 受气候影响,变电所内受系统遥控的重要电器有拒动可能,或电力电子设备有运行不稳定可能时;符合本规范 5.3.10 条的条件,但出线回路较少、受场地或投资条件限制无法建设室内变电所的场所,宜采用箱式变电站。

5.3.12 10(20、6)kV 配电所、35 kV 及以上变电所电源线路宜在

其所内进线及上级变电站出线位置装设隔离电器,向远离该所的高压负荷点供电时,宜在靠近本所出线点便于操作维护的地方装设隔离电器。

5.3.13 采用气体绝缘金属封闭开关设备的配电装置,接地开关的配置应满足运行检修的要求。

5.3.14 与气体绝缘金属开关设备配电装置连接并需单独检修的电气设备、母线和出线,均应配置接地开关。出线回路的线路侧接地开关应采用具有关合动稳定电流能力的快速接地开关。

5.3.15 气体绝缘金属封闭开关设备配电装置,应在气体绝缘金属封闭开关设备套管与架空线路连接处装设避雷器,避雷器宜采用敞开式金属氧化锌避雷器。

5.3.16 电缆从室外进入室内的入口处、电缆竖井的出入口、电缆接头处、控制室与电缆夹层之间以及长度超过 100 m 的电缆沟,均应采取防止电缆火灾蔓延的阻燃及分隔措施。

5.3.17 屋内配电装置距顶板的距离不宜小于 0.8 m,当有梁时,距梁底不宜小于 0.6 m。

5.3.18 配电装置长度大于 6 m 时,其柜(屏)后通道应设两个出口,当低压配电装置两个出口间的距离超过 15 m 时,尚应增加出口,出口宽度不小于 0.8 m。

5.3.19 有人值班的控制室宜与高压室毗邻,并便于监视室外配电装置。

5.3.20 所内消防控制室应与控制室合并设置。

5.3.21 配电所、地区或中心变电所宜考虑必要的上下水等保洁条件,有人值班或值守的变、配电所还应考虑值班或值守人员相应的工作和驻守条件。

5.4 变电台和箱式变电站

5.4.1 杆架式变电台设置应符合下列规定:

1 变电台的变压器单台最大容量及台面距地最小高度应符

合表 5.4.1 的规定。

表 5.4.1 变压器容量及台面距地最小高度

杆型 \ 额定电压(kV)	单台最大容量(kV·A)		台面距地最小高度(m)	
	10(6)	35	10(6)	35
单杆变电台	30	—	2.5	—
双杆变电台	160	100	2.5	3.0

2 变电台在跌落式熔断器打开后,电源侧带电部分至台面的距离不应小于下列数值:10(6)kV;2.5 m;35(20)kV;3 m。

3 双杆变电台根据需要可设带栅栏的工作台。

4 变电台高压引下线宜采用绝缘线,并在变压器高低压套管处设置绝缘护套。

5 远动终端等电子信息设备不宜装设在杆架式变电台上。

5.4.2 箱式变电站的设置应符合《高压/低压预装式变电站》(GB 17467)的有关规定,并应符合下列规定:

1 箱式变电站基础通风口底高程应高于室外场坪高程 100 mm~150 mm。

2 应与电网相适应,分别选择环网型、双电源型或终端型高压接线。

3 当一座箱式变电站设有两台及以上变压器时,一台变压器供电单元故障时,不得影响其他变压器供电。

4 装设远动终端等电子信息设备的隔间,宜根据所处环境特点,采取适宜的温湿度调节措施。

5.5 测量表计、继电保护配置

5.5.1 新建 10(20、6)kV 配电所、35 kV 及以上地区或中心变电所的控制保护应采用具有遥测、遥控、遥信、遥调等多功能的继电保护和自动装置,并宜设视频监控系统,当有综合视频监控系统时,其应纳入综合视频监控范围。

5.5.2 继电保护和自动装置的测量功能配置宜符合表 5.5.2 的规定。

表 5.5.2 变、配电所的测量功能配置(单元)

名称	电流	电压	有功电能	无功电能	功率因数	有功功率	附 注
35 kV~110 kV							
受电	3		1	1	1	1	
母线	—	5	—	—	—	—	其中 1 个测量母线线电压,3 个测量母线相电压,1 个监视电压互感器二次侧开口三角形电压
母线分段	1	—	—	—	—	—	
馈出线	1~3	—	—	—	—	—	
10(20、6)kV							
受电	3	—	1	1	1	1	
每段母线		5	—	—	—	—	其中 1 个测量母线线电压,3 个测量母线相电压,1 个监视电压互感器二次侧开口三角形电压
母线分段	1	—	—	—	—	—	
馈出线	1~3	—	1	—	—	—	
静电电容器	3	—	—	1	—	—	
电力贯通线回路	1~3	2	1	—	—	—	

5.5.3 由外部电源供电的变、配电所电源进线处,宜装设专用计费装置。

5.5.4 继电保护和自动装置应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求,并应符合下列规定:

1 变、配电所典型回路的保护和安全自动装置(单元)配置应符合表 5.5.4-1 的规定。

表 5.5.4-1 变、配电所典型回路保护和安全自动装置(单元)配置

典型回路及其保护和安全自动装置配置														
装置名称	受电	馈出线		电力贯通线路馈出线			母线分段断路器(桥断路器)	电力变压器	静电容器	电抗器、动态补偿设备	所用变压器	调压器		
		主母线中性点不接地	主母线中性点接地	调压器中性点不接地	调压器中性点接地	调压器中性点不接地						调压器中性点接地		
高压熔断器							当干式变压器单台容量小于1 000 kV·A、油浸变压器单台容量小于800 kV·A时选用	装设			装设	装设		
电流速断	宜装设	过电流保护时限大于0.5 s时设	过电流保护时限大于0.5 s时设	装设	装设	只在合闸过程中投入		过电流保护时限大于0.5 s时设		装设(注3)		装设	装设	
过电流	装设, 时限与上一级配合	装设	装设	装设	装设	宜装设		低压侧不设单相接地保护时, 高压侧设三相式过电流保护装置, 否则可三相式		装设(注3)		装设	装设	
过负荷								400 kV·A 以上装设		装设(注3)				
零序速断						装设								
零序过流						装设								装设(注4)
保 护 装 置														

续表 5.5.4-1

典型回路及其保护和自动装置配置												
装置名称	受电	馈出线		电力贯通线路馈出线		母线分段断路器(桥断路器)	电力变压器	静电电容器	电抗器、动态补偿设备	所用变压器	调压器	
		主母线上中性点不接地	主母线上中性点接地	调压器中性点不接地	调压器中性点接地							
单相接地		利用每段母线上电压互感器副边的开口三角形做接地监视,4路以上宜设小电流信号装置		宜装设小电流信号装置		400 kV·A 及以上,绕组 Y,y0 接线,低压侧中性点接地的变压器,当高、低压侧的过电流保护都不能保护低压侧单相接地短路时装设	装设				调压器中性点不接地	调压器中性点接地
	35 kV 及以上地区或中心变电所设置					容量大于 6 300 kV·A 或 2 000 kV·A 及以上速断保护灵敏系数达不到要求时装设						
过电压								装设	装设(注 3)			
低电压	有 BZT 时装设			装设								
瓦斯							800 kV·A 以上油浸变压器和 400 kV·A 以上车站内油浸变压器装设,轻瓦斯报警,重瓦斯跳闸					
保 护 装 置												

续表 5.5.4-1

典型回路及其保护和自动装置配置													
装置名称	受电	馈出线		电力贯通线路馈出线		母线分段断路器(桥断路器)	电力变压器	静电容器	电抗器、动态补偿设备	所用变压器	调压器		
		主母线中性点不接地	主母线中性点接地	调压器中性点不接地	调压器中性点接地						调压器中性点不接地	调压器中性点接地	
保护装置	温度						1 000 kV · A 以上油浸变压器及 400 kV · A 以上干式变压器装设, 高温报警, 超高温跳闸(注 2)						
	同期检查	有两路电源并可能时装设			需要时装设								
安全自动装置	备用电源自动投入	有两路电源且需要自投时设			两相邻变电所需互相自投时装设(注 1)	允许两路电源同时运行时设				有两台所变时在低压侧装设			
	一次自动重合闸		10(20、6)kV 及以上的架空或电缆与架空混合线路, 长度 1 km 以上装设		装设								

注: 1 主供所设自动重合闸, 备供所设备用电源自投。

2 设备温度保护由设备自带温度传感器, 将温度信息传至主回路继电保护装置。

3 当设备自带保护装置时, 设备保护信息通过通信接口上传至继电保护主机, 并与主回路联动。

4 调压器零序过流保护的电流采样于调压器二次中性线回路, 动作于调压器保护单元的断路器。

5 当采用微机保护时, 还应监测交、直流电源屏相关参数。

2 保护装置的灵敏系数应根据故障类型进行计算,必要时还应计及短路电流衰减的影响。保护装置的最小灵敏系数应符合表 5.5.4-2 的规定。

表 5.5.4-2 保护装置最小灵敏系数

保护分类	保护类型	组成元件	计算条件	最小灵敏系数
主保护	变压器纵联差动保护	差动电流元件	按被保护区末端金属性短路计算	2.0
	电流保护和电压保护	电流元件和电压元件	按被保护区末端金属性短路计算	线路过长时(如电力贯通线路)1.25;一般取 1.5
后备保护	电流保护和电压保护	电流元件和电压元件	按相邻电力设备和线路末端金属性短路计算	1.2

5.5.5 配电装置应装设防止电气误操作闭锁装置。35 kV 及以上配电装置防止电气误操作闭锁装置宜采用机械闭锁,室内间隔式配电装置尚应装设防止误入带电间隔的设施。闭锁连锁回路的电源应与继电保护、控制信号回路的电源分开。

6 电力远动系统

6.1 一般规定

- 6.1.1 铁路电力远动系统应结合运营管理需要进行设计。
- 6.1.2 新建和改建铁路宜设置电力远动系统。
- 6.1.3 电力远动系统应安全可靠、经济适用,并便于扩展。

6.2 系统设计

6.2.1 电力远动系统设计宜包括监控主站、远动终端及远动通道,必要时可增设复示终端。

6.2.2 电力远动监控范围应包含以下内容:

1 对铁路电力系统的可靠性和运行方式有关键性、决定性影响的设备。

2 与行车和安全运营密切相关的供电设备。

3 影响铁路电力系统重要设备正常运行的通风、空调、安防等辅助设备。

4 所处位置偏僻不便于人工巡视、有远动通信条件处的设备。

6.2.3 监控主站应集中设置,并应符合下列规定:

1 监控主站的处理能力应与电力管理部门的管辖范围相适应。

2 设置位置应满足铁路电力部门的管理要求。

3 监控主站的主要设备应按冗余配备。

6.2.4 远动终端(RTU)的设计应符合下列规定:

1 在需要监控的设备处所应设置 RTU。

2 RTU 应最大限度地靠近远动对象,按套数最少、适宜功能和容量组合的原则配置,并宜设置在室内或箱式设备内。

3 设有继电保护和自动装置的变、配电所,宜利用继电保护和自动装置兼做远动终端。

4 当变电所的智能仪表能满足远动技术要求时,可由智能仪表兼做远动终端。

5 远动终端应具有两个通道接入条件。

6.2.5 远动通道宜由铁路数据通信网承载,主站及重要远动终端与数据通信网之间应采用两个互为备用的通道。

6.2.6 电力远动系统应具有遥控、遥测、遥信、遥调的基本功能。

7 架空电力线路

7.1 一般规定

7.1.1 铁路 35 kV 及以下架空电力线路的设计除应符合本规范的规定外,还应符合《66 kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061)等标准的有关规定。位于或接近储存易燃易爆品的建筑物或堆放区域的架空线路设计 还应符合《建筑设计防火规范》(GB 50016)和《铁路工程设计防火规范》(TB 10063)等标准的有关规定。

7.1.2 铁路架空电力线路设计的气象条件,应根据沿线气象资料的数理统计结果或附近已有线路的运行经验确定。当沿线气象条件与附录 A 典型气象区接近时,宜采用典型气象区数据。

7.1.3 铁路架空电力线路的设计应充分考虑铁路工程规划和发展因素,电源线路、长距离线路应满足近期需要,并为远期发展预留适宜的条件。

7.2 路径选择

7.2.1 架空线路的路径选择应进行调查研究,综合考虑施工、运行、交通条件和路径长度等因素,做到经济合理、安全适用、便于抢修和维护。

7.2.2 架空线路应与铁路站场及线路规划、城镇环境和规划、各种管线和公用设施相协调,不应妨碍信号瞭望或调车作业,不宜占用预留铁路线位和在旅客站台上架设。

7.2.3 架空线路应避开低洼地、冲刷地带、不良地质区段、森林区和影响线路安全运行的其他地段,其中 35 kV 架空线路不宜通过

国家批准的自然保护区的核心区和缓冲区。

7.2.4 架空线路不宜通过林区;宜避开易被车辆碰撞地段或考虑采取防护措施。

7.2.5 架空线路应不占或少占农田,少砍伐树木;通过果林、经济作物林以及城市绿化灌木林时,不宜砍伐通道。

7.2.6 两回电力贯通线路宜分设在铁路两侧。

7.3 导线选择及线路架设

7.3.1 铁路架空电力线路的导线可采用钢芯铝绞线、架空绝缘导线或铝绞线;在沿海和其他腐蚀比较严重地区,可采用耐腐蚀型钢芯铝绞线或铜绞线;架空地线可采用镀锌钢绞线。

7.3.2 10 kV 及以下架空电力线路遇到下列情况时宜采用绝缘导线:

1 线路走廊狭窄,与建筑物之间的距离不能满足安全要求的地段。

2 邻近高层建筑地段。

3 繁华街道或人口密集地区。

4 游览区和绿化区。

5 空气严重污秽地段。

6 建筑施工现场。

7 两回及以上贯通架空电力线路穿越同一挡 35 kV 电力架空线路时。

8 架空电力贯通线路相互交叉时处于下方的导线。

9 采用绝缘线能有效减少树木砍伐时。

7.3.3 架空电力线路的导线截面选择除应进行相应的校验外,还应结合铁路的发展规划确定。10 kV 及以下导线的选择,应按允许电压损失进行校验;35 kV 及以上导线的选择,应按经济电流密度校验。

7.3.4 引入外部电源的 10(20、6)kV 配电所,电源线路的导线截

面应考虑远期发展需要且不宜小于 120 mm²,并宜按经济电流密度校验。

7.3.5 导线应满足机械强度的要求,其最小允许截面应符合表 7.3.5 的规定。

表 7.3.5 导线允许最小截面(mm²)

导线种类	电力贯通架空线路(kV)		架空电力线路(kV)			
	综合负荷电力贯通 线路 10(20、6)	一级负荷电力贯通 线路 10(20、6)	0.38	10(20、6)		35
				居民区	非居民区	
铝绞线	—	—	25	35	25	35
钢芯铝绞线	70	50	25	25	16	35

- 注:1 架空地线的钢绞线截面不宜小于 25 mm²。
- 2 与铁路交叉跨越处的导线最小允许截面应符合表 7.7.3 的规定。
- 3 居民区是指厂矿地区、港口、码头、火车站、城镇等人口密集地区。
- 4 非居民区是指除居民区以外的其他地区。此外,虽然时常有车辆、行人或农业机械到达,但未建房屋或房屋稀少的地区,亦属非居民区。
- 5 架空绝缘线导线允许最小截面比照相应的裸导线选择。

7.3.6 导线及架空地线最小允许安全系数应符合表 7.3.6 的规定。

表 7.3.6 导线及架空地线的最小允许安全系数

导线种类	居民区中的一般地区及非居民区	居民区中的重要地区
铝绞线、钢芯铝绞线	2.5	3.0
铜绞线	2.0	2.5
架空绝缘线	铜绞线 6.0 铝绞线 3.0	

- 注:1 重要地区:系指线路通过大、中城市的主要街道、厂区及人口稠密区。
- 2 架空地线的设计安全系数,宜大于同杆塔上导线的安全系数。

7.3.7 铁路 35 kV 及以下架空电力线路的档距,应根据电杆类型,考虑地形、地物及季节性温差等因素的影响,经计算确定。

7.3.8 长距离架空电力线路的直线部分应设耐张段。35 kV 架空电力线路耐张段的长度不宜大于 5 km;10 kV 及以下架空电力

线路耐张段的长度不宜大于 2 km,其中绝缘线的耐张段长度不宜大于 1 km。

7.3.9 10 kV 架空电力贯通线路的导线宜在全区段每 3 km~4 km 换位一次。经过换位周期后,在引入变、配电所前,应保持相邻两变、配电所的引入线相序相同。

7.3.10 设计覆冰厚度为 20 mm 及以上的重冰地区,导线宜水平排列,其他地区可采用三角形排列。

7.4 绝缘子和金具

7.4.1 铁路架空电力线路采用的金具应符合国家现行产品标准,采用国家设计标准的安全系数。铁横担、紧固件、连接件等金具应采用不低于热镀锌的防腐标准,紧固件、连接件亦可采用预绞丝产品。

7.4.2 海拔 1 000 m 以下空气清洁地区,35 kV 架空电力线路绝缘子的选择应符合下列规定:

1 直线杆宜采用悬式绝缘子或瓷横担绝缘子,悬式绝缘子串宜由 3 片组成。

2 耐张杆宜采用悬式绝缘子,悬式绝缘子串宜由 4 片组成。

7.4.3 10(6)kV 架空电力线路绝缘子的选择应符合下列规定:

1 直线杆宜采用有机复合绝缘子、针(柱)式绝缘子、棒式绝缘子或瓷横担绝缘子。

2 耐张杆宜采用悬式绝缘子,悬式绝缘子串宜由 2 片组成。

7.4.4 3 kV 及以下架空电力线路绝缘子的选择应符合下列规定:

1 直线杆宜采用低压针(柱)式绝缘子或低压瓷横担绝缘子。

2 耐张杆宜采用低压蝶式绝缘子。

7.4.5 海拔 1 000 m~3 500 m 的地区,10 kV 及以上架空电力线路的绝缘子数量应按式 7.4.5 确定;海拔超过 3 500 m 地区,绝缘子串的绝缘子数量在此基础上可根据运行经验适当增加。

$$n_h \geq n[1 + 0.1(H - 1)] \quad (7.4.5)$$

式中 n_h ——海拔 1 000 m~3 500 m 地区的绝缘子数量(片);
 n ——海拔 1 000 m 以下地区的绝缘子数量(片);
 H ——海拔(km)。

7.4.6 在空气污秽地区,架空电力线路宜采用防污绝缘子、有机复合绝缘子或采用其他防污措施。设计采用的环境污秽等级应符合《66 kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061)的规定。

7.5 杆塔、拉线和基础

7.5.1 除特殊需要采用特殊杆塔设计外,铁路架空电力线路的杆塔宜采用工厂预制产品,并应考虑运输和施工的可行性。位于无法机械运输和作业区域的杆塔,宜采用工厂预制、现场组装类型。

7.5.2 钢筋混凝土电杆应采用符合国家相关产品标准的定型产品,其承载力的安全系数不应小于 1.7;预应力混凝土电杆承载力的安全系数不应小于 1.8。

7.5.3 当 35 kV 及以下铁路架空电力线路采用铁塔、钢管杆时,应符合国家相关标准的规定,同时可参照电力行业标准确定技术条件。

7.5.4 35 kV、10(6)kV 架空电力线路电杆的埋设深度应根据计算确定。当资料不具备时,除设备杆外,单回路的 10(6)kV 线路,一般土壤的单杆埋设深度宜采用表 7.5.4 所列数值。

表 7.5.4 电杆的埋设深度(m)

杆高	8	9	10	11	12	13	15	18
埋深	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.3	2.6~3.6

7.5.5 基础的型式应根据线路沿线的地形、地质、材料来源、施工条件和杆塔型式等因素综合确定。位于水域、流沙、路基边坡、易被冲撞等区域的电杆,应在基础坑内添加片石以增强稳定性,并对其基础进行围护。必要时,应进行基础结构设计。

7.5.6 采用岩石制作的底盘、卡盘和拉线盘应采用结构完整、质地坚硬的石料。

7.5.7 空旷地区的架空电力线路,连续直线电杆超过 10 基时,宜设防风拉线。大风区可根据运行经验,增加防风拉线的设置密度。

7.5.8 拉线宜采用镀锌钢绞线或油浸钢绞线,截面不应小于 25 mm^2 ,其强度设计值应按式 7.5.8 计算。

$$f = \Psi_1 \Psi_2 f_u \quad (7.5.8)$$

式中 f ——钢绞线强度设计值(N/mm^2);

Ψ_1 ——钢绞线强度扭绞调整系数,取 0.9;

Ψ_2 ——钢绞线强度不均匀系数,对 1×7 结构取 0.65,其他结构取 0.56;

f_u ——钢绞线的破坏强度(N/mm^2)。

7.5.9 拉线棒的直径不应小于 16 mm,且应采用热镀锌。在腐蚀严重地区,拉线棒直径应适当加大 2 mm~4 mm 或采取其他有效的防腐措施。

7.5.10 横担宜选用钢材,横担的规格应根据杆塔结构型式经计算选用。当选用角钢时其尺寸不应小于下列数值:

10(6)kV: $63\text{ mm} \times 63\text{ mm} \times 6\text{ mm}$

0.38 kV 及以下: $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 5\text{ mm}$

金属横担及金属附件应热镀锌。

7.6 开关设备

7.6.1 35 kV 及 10(20、6)kV 架空电力线路在下列处所应装设隔离电器:

- 1 变、配电所引入及引出回路的第一或第二基电杆上。
- 2 架空线路与电缆线路的转接处。
- 3 环网电力线路的分段处。
- 4 分支处,可根据需要设置。
- 5 管理分界点处,每侧设置 1 组。

6 不同产权部门分界点处。

7 车站范围内电力贯通线路供电变压器的两侧,设置组数可根据需要确定。

7.6.2 由 35 kV 或 10(20、6)kV 架空线路分支接引电源的变电设施,在分支处应设置跌落式熔断器或隔离开关。

7.7 安全距离及交叉、接近

7.7.1 非铁路管辖的架空电力线路不宜在上下行出站信号机之间的站场范围内跨越铁路。

7.7.2 跨越干线铁路正线的架空电力线路应采用独立耐张段。

7.7.3 架空电力线路与铁路交叉或接近时,应符合表 7.7.3 的要求和以下规定:

1 66 kV 及以下架空线路与铁路交叉,应根据最高气温或覆冰情况计算最大弧垂。

2 110 kV 及以上架空线路与铁路交叉,应根据导线运行温度 $+40^{\circ}\text{C}$ (导线允许温度按 $+80^{\circ}\text{C}$ 设计时,运行温度取 $+50^{\circ}\text{C}$)计算最大弧垂,重覆冰区还应校验不均匀覆冰和验算覆冰情况下的弧垂增大。

3 当跨越铁路的架空线路档距超过 200 m 时,应按导线允许温度计算最大弧垂,导线允许温度应按不同要求取 $+70^{\circ}\text{C}$ 或 $+80^{\circ}\text{C}$ 。

4 交流 1 000 kV、直流 ± 800 kV 架空线路与铁路交叉时,导线验算覆冰厚度应比同区域常规线路增加 10 mm,架空地线覆冰厚度增加 15 mm。

5 架空线路与铁路平行时,导线最大风偏时至铁路建筑限界的距离,10(6)kV 不应小于 1.5 m,0.38 kV 不应小于 1 m。

6 架空线路在跨越货场、煤场时,其导体对门型吊车、卸煤机等移动设备的外部应保持安全距离:35 kV 为 3 m,10(6)kV 为 2 m,0.38 kV 及以下为 1.5 m。

7 架空线路在灯桥、门型吊车、卸煤机等铁路设施上方跨越时,其导体与上述设施被跨越部位的最小垂直距离,应参照相应的导体对交通困难地区对地距离的国家标准确定。

8 500 kV 及以下架空电力线路与铁路交叉角度不宜小于 30°;500 kV 以上及直流输电架空电力线路与铁路交叉角度不宜小于 45°,困难情况下可协商确定。

表 7.7.3 架空线路与铁路交叉或接近的规定

	标准轨距铁路	窄轨铁路	电气化铁路
交叉挡导线最小截面	35 kV 及以上采用钢芯铝绞线 35 mm ² 10(6)kV 及以下采用钢芯铝绞线、铝绞线、铝合金线或铜导线 35 mm ²		
导线在交叉挡内接头	不允许	不限制	不允许
交叉挡导线支持方式 (针式绝缘子或瓷横担)	独立耐张段 双固定、双挂点、 双联串等	双固定、双挂点、 双联串等	独立耐张段 双固定、双挂点、 双联串等
导线最大弧垂时最小垂直距离(m)			
线路电压(kV)	至 轨 顶		至接触网最上部导体 或至架桥机顶
0.38 及以下	7.5	6.0	不允许
10(6)	7.5	6.0	不允许
35~66	7.5	7.5	3.0
110	7.5	7.5	3.0
220	8.5	7.5	4.0
330	9.5	8.5	5.0
500	14.0	13.0	6.0
750	19.5	18.5	7.0(10.0)
1 000 单回	27.0	26.0	10.0(16.0)
1 000 双回	25.0	25.0	10(14.0)
±500	16.0	16.0	7.6(8.5)

续表 7.7.3

导线最大弧垂时最小垂直距离(m)			
线路电压(kV)	至 轨 顶		至接触网最上部导体 或至架桥机顶
±660 单回	18.0	18.0	10.0(12.5)
±660 双回			10.5(12.5)
±800	21.5	21.5	15.0*
最小水平距离(m)			
线路电压(kV)	杆塔外缘至轨道中心		
0.38 及以下	路内:3.1; 路外:平行时杆塔高加 3.1; 交叉时 5		路内:10; 路外:平行时杆塔 高加 3.1; 交叉时 10
10(6)			
35~66	平行:杆塔高加 3.1; 交叉:30		
110	平行:杆塔高加 3.1,无法满足时可通过双方协商确定。 交叉:杆塔高加 3.1,无法满足时可通过双方协商,适当减少,但 不得小于 30		
220			
330			
500			
750			
1 000	平行:杆塔高加 3.1,无法满足时可通过双方协商确定。 交叉:杆塔高加 3.1,无法满足时可通过双方协商,适当减少,但 不得小于 40		
±500			
±660			
±800			

注:1 括号内的数据表示架空电力线路跨越接触网杆(塔)时,导线最大弧垂时距杆(塔)顶的垂直距离。

2 导线距架桥机顶的最小垂直距离要求也适用于非电气化铁路。

3 考虑架桥机施工作业的安全距离要求时,一般按架桥机高度与导线至架桥机顶最小距离要求的数值相加,推算距轨顶的最小距离值。

4 使用本表确定最小垂直距离时,应按至接触网和至架桥机计算后,与至轨顶距离的规定值相比,取其中较大者。

* : ±800 kV 输电线路跨越铁路桥梁地段,考虑架桥机施工作业的安全距离要求时,导线距轨顶的最小垂直距离不应小于 24 m。

7.7.4 铁路 35 kV 及以下电力架空线路与其他设施交叉和接近应符合现行《66 kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061)的规定。

7.7.5 导线与地面的最小距离,在最大计算弧垂情况下,应符合表 7.7.5 的规定。

表 7.7.5 导线与地面的最小距离(m)

线路电压	3 kV 以下	3 kV~10 kV	35 kV
车站、场;货场;集装箱场;机、辆、动车段;公司、办公楼所在地;其他人口密集地区	6.0	6.5	7.0
平原、丘陵的区间;能通行车辆的山区区间;其他人口稀少地区	5.0	5.5	6.0
不能通行车辆的山区区间;大山区的区间;其他交通困难地区	4.0	4.5	5.0

8 电 缆 线 路

8.1 一 般 规 定

8.1.1 铁路 35 kV 及以下电力电缆线路的设计除应符合本规范的规定外,还应符合《电力工程电缆设计规范》(GB 50217)、《建筑设计防火规范》(GB 50016)、《铁路工程设计防火规范》(TB 10063)等标准的有关规定。

8.2 电 缆 选 择

8.2.1 符合下列条件之一的高压电缆线路应采用铜导体:

- 1 有爆炸或火灾危险,有腐蚀,有剧烈振动,高温环境等场所。
- 2 耐火线路。
- 3 敷设在人防工程、闷顶等场所内的线路。

8.2.2 符合下列条件之一的电缆线路可采用铝或铝合金导体:

- 1 由架空与电缆共同组成的线路,且架空线路为铝导体时。
- 2 不涉及安全且采用铜导体的电缆线路,经济优势明显时,可采用铝合金导体。

8.2.3 符合下列条件之一时,低压电缆、电线线路应采用铜导体:

- 1 控制线路。
- 2 要求高可靠连接的移动设备。
- 3 有爆炸或火灾危险,有腐蚀,有剧烈振动,高温环境等场所。
- 4 耐火线路。
- 5 消防和火灾报警设备。

- 6 安全电压照明设备。
 - 7 人防工程。
 - 8 货物仓库、材料库、票据库和行包房。
- 8.2.4 截面在 16 mm^2 以下的低压电缆,向货物仓库、材料库、票据库、行包库等重要库房供电的电缆,宜选择铜导体。
- 8.2.5 符合下列条件之一时,宜采用单芯电缆:
- 1 线路电流大或有减少电压降的需要,采用单芯电缆技术经济更合理时。
 - 2 电缆弯曲半径受环境限制,采用单芯电缆技术更优时。
 - 3 长距离的电缆线路,采用单芯电缆能有效减少中间接头时。
- 8.2.6 阻燃型和耐火型电力电缆的选用应符合《铁路工程设计防火规范》(TB 10063)的有关规定。

8.3 电 缆 敷 设

- 8.3.1 电缆的路径选择应符合下列规定:
- 1 应避免电缆遭受机械性外力、过热、腐蚀等危害。
 - 2 满足安全要求条件下,应保证电缆路径最短。
 - 3 应便于敷设、维护。
 - 4 宜避开将要挖掘施工的地方。
 - 5 区间路基段的电缆线路宜敷设在排水沟外侧,条件不具备时,可敷设于坡脚或路肩。
 - 6 隧道、大桥、特大桥区段的电力电缆,宜充分利用隧道或桥梁的主体条件作为敷设路径。
 - 7 双回电力贯通线电缆宜分别敷设在铁路两侧。
- 8.3.2 电缆敷设方式应符合下列规定:
- 1 位于铁路站台和其他永久硬化地面的电缆,以及在化学腐蚀和杂散电流影响范围内的电缆,不应直埋。
 - 2 同一通道超过 6 根的电缆,不宜直埋。

3 与公路、铁路交叉部位的电缆,爆炸危险场所明敷的电缆,露出地面 2.0 m 至地下 0.3 m 范围内的电缆应穿管防护。位于区间、野外的露出地面的电缆 2.0 m 高范围内,除穿管外,还应加设砖砌或混凝土防护。

4 不宜直埋敷设的电缆,在适合设置活动盖板的区段,宜采用电缆浅槽或电缆沟敷设;否则当同一通道不超过 12 根电缆时,宜采用电缆排管内敷设,并应根据发展需要预留备用管孔;电缆根数超过 12 根,且设置电缆沟不便于检修时,宜采用电缆隧道敷设。

5 集中布置的场坪内分布有不同专业电缆时,宜采用综合管沟的敷设方式。

6 中型及以上客站站场范围内,宜设置纵向电缆干线沟道,并与其他工种的管线合理统筹布置。

7 新建特大型站、路网性或区域性编组站,电缆受通道条件限制与非高温的水、气和其他专业电缆管线沿同一路径共同布置时,可设置综合管沟或隧道。

8 高速铁路和城际铁路的电缆宜敷设在电缆沟(槽)、管内。

9 垂直走向的电缆,宜沿墙、柱敷设;当数量较多、防火要求高或含有 35 kV 以上电缆时,应设置电缆竖井。

10 室内电缆可根据建筑条件,在满足安全、可靠、维护条件基础上,因地制宜确定各种敷设方式。电缆在地下敷设确实受条件严重限制或有特殊需求时,可采用架空敷设。

8.3.3 电缆沿铁路桥梁敷设时应符合下列规定:

1 可采用穿管或沿槽道敷设。槽道宜结合人行道合理设置,槽道内应铺装减振垫。

2 桥梁上的电缆应在桥墩两端和伸缩缝处充分松弛,并应有减振措施。

3 沿 T 形梁等采用外挂形式敷设的电缆,宜采用防护管槽。

4 引上、引下的电缆,应充分利用桥梁锯齿孔等主体设计原有的孔洞。

5 设有声屏障的桥梁,电缆宜敷设在声屏障内侧。

8.3.4 电缆沿铁路隧道敷设时应符合下列规定:

1 按适宜工程实际情况的原则,可采用沿槽道、挂墙敷设方式。

2 铁路隧道壁上的电缆不应紧贴隧道壁敷设,其支撑件应具有抗振、抗活塞风、耐腐蚀性能。

3 长及特长隧道内的非阻燃型电缆应敷设在电缆槽内或穿金属管,电缆槽应填沙;在纵向电缆与设备洞室、暗敷设电缆与明敷设电缆衔接处,应设置不小于 1.0 m 长的阻火段,并对孔洞实施防火封堵;在电缆接头处,应在接头两侧各设置不小于 3.0 m 的阻火段。

8.3.5 电缆沿铁路路基敷设时应符合下列规定:

1 在路基上敷设的电缆应采用沿电缆沟或槽、穿管等敷设方式。

2 在路基下敷设的电缆可采用直埋方式。其中位于硬质路基地段的电缆,宜采用沿电缆沟或槽、穿管等敷设方式。

3 布置在排水沟内侧的电缆沟,应对电缆沟防水和排水采取加强措施。

8.3.6 电缆沿路基、桥梁、隧道电缆槽敷设时应符合下列规定:

1 电缆槽净宽度不应小于 200 mm。

2 电力电缆不宜与贯通地线同槽敷设。

3 短路基段与桥隧衔接时,路基段电缆槽宜延续桥隧上电缆槽,不宜改变路径至路基坡脚下。

4 分支处、由边坡引上引下段的过渡处,宜设置手孔井。设置手孔井困难的位置,过渡段、分支与主干线路之间,应根据电缆弯曲半径需要,考虑大于 90° 的平缓角度。

5 过轨的电缆应穿高强度管件防护,必要时浇筑混凝土包封。

8.3.7 直埋时,不同电源的电缆之间应加设实体隔离。

8.3.8 采用电缆沟槽敷设方式的电缆,不同电源的电缆没有条件分径路时,宜分沟槽敷设。确受条件限制需要同沟槽时,应将不同电源的电缆布置在不同的支架上,或应采取加设防火隔板、隔砖等隔离防护措施。

8.3.9 电力电缆不宜与通信、信号等其他种类的电缆同沟槽敷设,并尽可能减少交叉。当没有避让条件,电力电缆与通信光缆、信号电缆同沟敷设时,应以防火阻燃材料采取隔离措施,其平行间距不宜小于 0.1 m,交叉间距不宜小于 0.25 m。

8.3.10 非阻燃型电缆引进、引出要求阻燃的场所时,其位于该场所以内的部分均应采取阻燃防护措施。

8.4 电缆附件及其他

8.4.1 在抢修困难或不能保障防水的情况下,电缆线路的中间接头和分支接头宜采用箱式安装。

8.4.2 电力牵引供电区段的交流三芯电力电缆线路的金属层应采用本规范第 8.4.3 条规定的交流单芯电缆的接地方式,其他情况应在电缆线路两终端和接头等部位实施接地。

8.4.3 铁路交流单芯电力电缆,其金属层宜采用在线路一端或中央部位直接接地方式。电缆金属层上任一点非直接接地处的正常感应电势最大值应符合下列规定:

1 未采取能有效防止人员任意接触金属层的安全措施时,不得大于 60 V。

2 除上述情况外,不得大于 300 V。

3 不能满足本条 1、2 款要求时,接地另一端应通过护层电压限制器接地。

8.4.4 对于电力贯通线路,交流单芯电缆金属层连续长度不宜大于 3 km。

9 低 压 配 电

9.1 一 般 规 定

9.1.1 铁路低压配电系统的设计除应符合本规范的规定外,还应符合《低压配电设计规范》(GB 50054)等标准的有关规定;用电设备末端的低压配电设计应符合《通用用电设备配电设计规范》(GB 50055)的规定。

9.1.2 爆炸危险环境的低压配电设计还应符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB 50058)的有关规定。爆炸危险环境分级应符合《铁路工程设计防火规范》(TB 10063)的有关规定。

9.1.3 铁路场所低压配电系统的防火、消防设计应符合《建筑设计防火规范》(GB 50016)、《铁路工程设计防火规范》((TB 10063)等标准的有关规定。

9.2 低压配电系统设计

9.2.1 冲击性负荷宜由专用回路供电。大功率的冲击性负荷、冲击性负荷群宜与对电压波动和闪变敏感的负荷分别由不同的变压器供电;技术经济合理时,可设专用变压器对其供电。

9.2.2 铁路用电设备的低压配电,应根据用电需求、负荷性质、所处环境等因素,采用下列适宜的方式:

1 大型厂库内的中小容量,且无特殊要求、散布的用电设备,宜采用树干式配电。

2 大容量,或集中布置,或负荷性质重要,或处于有特殊要求的车间、建筑物内,宜采用放射式配电。

3 距供电点较远,而彼此相距很近、容量很小的次要用电设

备,可采用链式配电。

4 对属于不同使用单位需分别进行电能计量和监测的用电设备,应结合计量装置的设置形式采用经济合理的配电方式。

5 中小容量的配电干线宜根据敷设条件选用电力电缆或导线穿保护管形式。

6 室内干燥场所大容量的配电干线宜采用密集式母线。

9.2.3 低压配电设计所选用的电器,应符合国家现行的有关标准,并应符合下列规定:

1 额定电压应与所在回路标称电压相适应。

2 额定电流不应小于所在回路的计算电流。

3 额定频率应与所在回路的频率相适应。

4 应适应所在场所的环境条件。

5 应满足短路条件下的动稳定与热稳定的要求。用于断开短路电流的电器,应满足短路条件下的通断能力。

9.2.4 隔离电器的设置应符合下列规定:

1 在维护、测试和检修设备需要断开电源的场所,应就近设置隔离电器。

2 在用电工艺设备附近可观察到的位置,应装设对应每台工艺设备的隔离电器或通断电流的操作电器。

3 为同一场所或相邻场所的上述设备供电的总配电箱进线处,宜装设隔离电器。

9.2.5 当线路电源端的保护电器便于操作时,由放射式线路供电的配电箱,其进线开关可采用不带短路保护和过负载保护的电器。

9.2.6 突然断电比过负载造成的损失更大的线路,其过负载保护应作用于信号而不应作用于切断电路。

9.2.7 对于低压双电源切换装置,当用电设备处无人值班或要求的切换时间短暂时,宜采用自动切换方式,其他可采用双投开关手动切换方式。

9.2.8 通信、信号、信息、防灾等用电设备的低压配电应符合下列

规定:

1 与行车密切相关的通信、信号、信息、防灾等用电设备处,宜分别采用单独的配电回路,并设置独立的配电箱。

2 信号楼、信号中继站、通信站、通信基站等独立设备房屋(或箱房),宜以房屋(或箱房)为供电单位引入总低压电源,在入户后经第一级配电箱划分为信号、通信、信息、防灾、照明、空调、检修插座和其他需求的分支配电回路。

9.2.9 低压计费装置应根据所在地供电管理部门的要求设置。生产与生活用电、不同经济核算的部门和单位应分别计量。除满足计费需要外,低压计费装置还宜根据设备类别、用电区域、部门或功能区划分等原则,配置考核用计量功能。不能兼顾考核计量的计费装置,可另行设置考核用计量装置。计量装置宜安装在便于查看的场所,或具备上传功能。

9.2.10 有功电度表或专用电能计量仪表的精度等级除满足所在地供电管理部门的规定外,尚应根据计费对象的不同,符合下列规定:

1 容量为 $315\text{ kV}\cdot\text{A}$ 以下的配电回路、单相电力用户、考核用的表计,不低于 2.0 级。

2 容量为 $315\text{ kV}\cdot\text{A}$ 及以上的配电回路,其表计不低于 1.0 级。

9.2.11 为 1.0 级和 2.0 级有功电度表或专用电能计量仪表配备的电压互感器的精度等级不应低于 0.5 级,电流互感器不低于 0.5S 级。

9.2.12 下列低压配电回路应设置电流测量装置:

1 低压配电室的进线、母联、旁路回路,每个配电柜(屏)的总进线处或各馈线回路。

2 供电、配电和用电网络的总干线线路。

3 $50\text{ kV}\cdot\text{A}$ 及以上的照明变压器、变压器低压侧装有无功补偿装置的总回路和消弧线圈回路。

4 55 kW 及以上的电动机。

5 根据生产工艺或电力装置运行要求,需监视交流电流的其他回路。

9.2.13 下列低压配电回路,应设置电压测量装置:

1 低压配电室的每段母线、联络线(线路侧)。

2 容量在 50 kW 及以上的电加热设备。

3 根据生产工艺或电力装置运行要求,需监视交流电压的其他回路。

9.2.14 低压回路交流测量电器的配置应符合下列规定:

1 交流回路指示仪表的综合准确度不应低于 2.5 级,直流回路指示仪表的综合准确度不应低于 1.5 级,配备的电流、电压互感器及附件、配件的准确度不应低于 1.0 级。

2 照明与动力共用的变压器,照明负荷占 15% 及以上的动力照明混合供电线路,应测量三相交流电流。

3 三相电流不平衡度小于等于 15% 的回路,可采用一只电流表测量其中一相电流,三相负荷不平衡度大于 15% 的回路,应测量三相交流电流。

10 电 气 照 明

10.0.1 铁路电气照明设计应符合《建筑照明设计标准》GB 50034、《室外作业场地照明设计标准》(GB 50582)和《铁路照明设计规范》(TB 10089)等标准的有关规定;爆炸危险环境的照明设计,还应符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB 50058)的有关规定。

10.0.2 铁路各室内场所,编组场、整备场、货场、集装箱办理站、有夜间作业的到发场、4股道及以上或设有除雪装置的道岔区、油罐区、卸油栈台、旅客站台、牵出线、场站主干道路、国际换装台等场所,应设置电气照明。

10.0.3 铁路照明方案,应充分考虑不同类型建筑对照明的特殊要求,处理好电气照明与天然采光、背景光的关系,照明的功能性与建筑美学的关系,采用高效光源和灯具以及适宜的控制方式,力求采用标准化产品。

10.0.4 铁路照明设计,应根据各场所的视觉要求、作业性质和环境条件,通过对光源、灯具和照明方式的合理选择,合理确定灯具安装位置、照射角度和遮光措施,使各场所具备合理的照度、显色性、适宜的亮度分布以及舒适的视觉环境。

10.0.5 铁路各场所照明的照度、均匀度和功率密度值应控制在规定的范围内。

10.0.6 铁路照明配电和控制的设计,应安全可靠、利于节能、便于管理。

10.0.7 铁路照明设计应充分考虑后期维护的条件。

11 铁路专用设施及特殊场所供电

11.1 铁路桥梁供电

11.1.1 铁路桥梁宜由电力贯通线供电,未设置贯通线或贯通线供电能力受限时,可采用外部电源。难以取得上述电源时,应设置自备电源。

11.1.2 公铁两用桥梁的公路桥的供电宜采用外部电源;由铁路电源供电时,应设置计费计量装置,设计便利可行的管理接口。

11.1.3 桥梁供电变电所(台)宜设置在岸上。经技术经济比较,若设在岸上不合理时,可设在桥上或桥上、岸上同时设置。

11.2 铁路隧道供电

11.2.1 隧道供电宜由电力贯通线供电,未设置贯通线或贯通线供电能力受限时,可采用外部电源。难以取得上述电源时,应设置自备电源。

11.2.2 隧道变电所的布置应接近负荷中心,并便于维护管理。变电所可设在隧道口或隧道内的设备洞室,低压供电半径不宜大于 1.5 km。

11.2.3 长度 500 m 及以上的隧道内应设置电源箱,满足临时接引照明和小型作业机械电源的需要。电源箱宜设置在洞室内。

11.2.4 设置在隧道内的高压成套设备的防护等级按附录 B 不宜低于 IP43;电源箱的防护等级不宜低于 IP65,并应防腐。

11.2.5 隧道动力照明配线设计应符合下列规定:

- 1 低压电缆和导线均应采用铜芯材质。
- 2 单线隧道宜采用单侧配线,并宜在曲线内侧配线,有救援

站的宜在救援站侧配线；双线隧道宜采用两侧配线。

3 敷设在沟内的配线需要引出时，靠近地面露出电缆沟部分应穿以防腐、抗老化的保护管。

11.3 空调客车和动车组地面电源系统

11.3.1 为空调客车地面电源供电的变电所宜接引两路电源，难以接引两路电源时，应保证一路可靠电源供电；为动车组地面电源供电的变电所应接引两路电源。

11.3.2 空调客车和动车组地面电源宜单独配置变压器。

11.3.3 为空调客车和动车组供电的地面电源设备应符合下列规定：

1 DC 600 V 地面电源设备宜采用相控调压。

2 对于三相电源系统，单相交流地面电源设备宜采用“交—直—交”转换相数的方式。

3 地面电源系统应具有多用户分别自动计费功能。

4 应根据不同车型的电源接口布局 and 参数确定现场插座箱的布设位置和供电容量。

5 现场插座箱应采取过压、欠压、过流、短路、电压谐波含量超标、漏电和接地保护等措施。

6 地面电源整流设备至现场插座箱可采用单回线路，宜采用单芯铜芯电缆或封闭母线形式。

11.4 集中式 UPS 供电系统

11.4.1 需要不间断供电的铁路调度所、指挥中心、控制中心的通信、信号、信息、防灾、远动等电子信息设备宜构建集中式或分区集中式 UPS 系统供电，并预留扩展条件。

11.4.2 集中式 UPS 系统宜由专用电力变压器或应采用专用回路供电。

11.4.3 UPS 供电系统的基本容量可按式 11.4.3 计算：

$$E \geq 1.2P \tag{11.4.3}$$

式中 E ——不间断电源系统的基本容量(不包含备份不间断电源系统设备)[(kW 或 kV·A)]；

P ——用电设备的计算负荷(不包含备份不间断电源系统设备)[(kW 或 kV·A)]。

11.4.4 集中式 UPS 供电系统应按表 11.4.4 选择系统配置，满足性能要求。设有不同等级机房且各自用电负荷较大时，宜分设 UPS 系统；同一 UPS 系统的供电对象含有不同等级机房负荷时，应按其中最高等级机房进行系统配置。

表 11.4.4 单机并机系统或双机系统的系统配置

项目	技术要求			备 注
	A 级机房	B 级机房	C 级机房	
应急供电时间	72 h	24 h	—	相对于柴油发电机的燃料储存量
UPS 电源系统配置	2N 或 M(N+1) 冗余 (M=2,3,4…)	N+X 冗余 (X=1~N)	N	—
UPS 供电系统 电池备用时间	当柴油发电机作为 后备电源时为 15 min		可根据实际需要 确定，一般不应 小于 30 min	—
稳态电压偏 移范围(%)	±3		±5	—
稳态频率 偏移范围	±0.5			电池逆变 工作方式
输入电压波形 失真度(%)	≤5			电子信息设备 正常工作时
零地电压(V)	<2			应满足设备 使用要求

续表 11.4.4

项目	技术要求			备 注
	A 级机房	B 级机房	C 级机房	
允许断电持续时间(ms)	0~4	0~10	—	
不间断电源系统 输入端 THDI 含量(%)	<15			3~39 次谐波

11.4.5 当系统输出端中性线与 PE 线之间的电位差不能满足电子信息设备使用要求时,宜配备隔离变压器。

11.4.6 集中式 UPS 供电系统应设置静态和维修旁路,分别能自动和手动控制。

11.4.7 集中式 UPS 系统的 UPS 主机房和蓄电池室宜分别设置。

11.4.8 集中式 UPS 系统主要设备布置的各项间距,可参照变电所低压配电屏的标准设计。

11.4.9 集中式 UPS 供电系统及其机房宜设置环境与设备监控系统,对设备和环境进行监控,且应具备与机电设备监控系统(BAS)的通信接口。

12 机电设备监控系统

12.1 一般规定

12.1.1 铁路机电设备监控系统设计应符合《智能建筑设计标准》(GB 50314)、《铁路隧道防灾救援疏散工程设计规范》(TB 10020)等标准的有关规定。

12.1.2 机电设备监控系统应在满足设备和工艺控制要求的前提下,以方便运行管理和节能为目标,实现最大限度的优化控制、管理和节能。

12.1.3 地下车站以及区间,大型及以上铁路旅客站房,集铁路与民用机场航站楼或城市轨道交通车站等为一体的综合交通枢纽站,设有防灾救援站或应急照明的隧道等应设置机电设备监控系统;中型铁路旅客站房,铁路站段设有集中空调的重要车间、库、综合楼等大中型建筑宜设置机电设备监控系统。其他场所宜根据工艺控制和节能管理要求确定是否需要设置机电设备监控系统。

12.1.4 机电设备监控系统设计应符合下列规定:

- 1 应支持开放式系统技术,宜建立分布式控制网络。
- 2 应选择先进、成熟和实用的技术和设备,符合技术发展的方向,并容易扩展、维护和升级。
- 3 接入机电设备监控系统的子系统或产品应具备开放性和互操作性。
- 4 应从硬件和软件两方面充分确定系统的可集成性。
- 5 应采取必要的防范措施,确保系统和信息的安全性。
- 6 应根据监控对象的功能、重要性等确定采取冗余、容错等技术。

7 大型、特大型旅客站房等建筑物的机电设备监控系统应具备能源管理功能,中型站、地下站旅客站房建筑物的机电设备监控系统宜具备能源管理功能。

12.2 系统设计

12.2.1 机电设备监控系统的监控对象宜包括以下系统和设备:

- 1 冷冻水及冷却水系统。
- 2 热源及热交换系统。
- 3 采暖通风及空气调节系统。
- 4 给水及排水系统。
- 5 自动扶梯、电梯和自动人行道系统。
- 6 客车上水及污水处理系统。
- 7 照明系统。

8 长大隧道或隧道群的防灾救援设备,主要包括隧道内风机、应急照明(包括紧急安全疏散标识设备)、消防泵(排水泵)等设备。

9 其他需要控制的工艺设备及系统。

12.2.2 当机电设备监控系统的监控对象采用自成体系的专业监控系统时,该系统应作为子系统通过标准通信接口纳入机电设备监控系统。

12.2.3 机电设备监控系统宜采用分布式系统和多层次的网络结构,并应根据系统的规模、功能要求及选用产品的特点,采用单层、两层或三层的网络结构,但不同网络结构均应满足分布式系统集中监视操作和分散采集控制的原则。地下车站及地下区间的机电设备监控系统宜设置中央和车站两级监控管理。中央级监控系统宜由操作工作站、交换机、服务器、打印机等组成。各种规模的系统应满足以下要求:

1 大型系统宜采用由管理、控制、现场设备三个网络层构成的三层网络结构。

2 中型系统宜采用两层或三层的网络结构,其中两层网络结构宜由管理层和现场设备层构成。

3 小型系统宜采用以现场设备层为骨干构成的单层网络结构或两层网络结构。

12.2.4 管理网络层是建筑设备的监控、调度和管理中心,宜由操作工作站、交换机、服务器、计算机网络以及打印机、UPS 等组成,应根据系统规模和功能要求进行配置。管理网络层应完成系统集中监控和各种系统的集成,与其他系统接口时,应注意各系统之间的相互隔离和保护,必要时应设置防火墙。

12.2.5 控制网络层应完成建筑设备相对独立的自动控制。

12.2.6 现场设备网络层主要包括传感器、智能仪器仪表、执行器、执行机构等,应完成末端设备控制和现场仪表设备的信息采集和处理。

12.2.7 地下车站应在车站配置车站紧急控制盘,其盘面应以火灾工况操作为主,操作程序应简单、直接;作为机电设备监控系统火灾工况自动控制的后备措施,其操作权限应高于车站级和中央级工作站。

12.2.8 设有消防救援系统的长大隧道或隧道群的机电设备监控系统,其监控主站宜设置在有人值班的隧道控制室或消防救援指挥中心,隧道紧急救援站应设置紧急控制盘。

12.2.9 正常运行工况需控制的设备,应由机电设备监控系统直接监控。火灾工况专用的设备,应由火灾自动报警系统直接监控。防排烟系统与正常通风系统合用的设备,宜由机电设备监控系统统一监控。机电设备监控系统和火灾自动报警系统之间应设置可靠的通信接口,由火灾自动报警系统发布火灾模式指令,机电设备监控系统优先执行相应的火灾控制程序。

12.2.10 当纳入铁路电力远动系统的配电所、变电所高、低压回路需要同时纳入机电设备监控系统时,机电设备监控系统宜只对其进行监视,不控制。

12.2.11 机电设备监控系统在完成各类设备自动监控的同时,还应能满足机电设备本身所固有的控制工艺要求,并应实现最优及节能控制。

12.3 系统基本功能

12.3.1 机电设备监控系统应能对机电设备运行工况进行监视、测量、记录,提供监控设备和系统运行工况的有关数据、资料、报表,并应具备故障报警功能。

12.3.2 机电设备监控系统应能对机电设备进行控制,并能根据设备运行要求完成设备的自动控制及设备间联动控制。

12.3.3 机电设备监控系统应能完成机电设备运行模式和参数的设置,具有不同应用场合节能控制的运行方案,并能对运行模式进行自动或手动转换。

12.3.4 机电设备监控系统应具有与火灾自动报警系统(FAS)联动的功能。

12.3.5 地下车站及地下区间的机电设备监控系统应根据环控工艺要求,对地下车站、地下区间隧道通风系统设备进行正常模式控制、阻塞及事故灾害模式控制。

12.3.6 机电设备监控系统应具备系统维护功能。

12.3.7 能源管理系统应具有分项能耗数据的实时采集、计量、传输、科学分析、有效存储等功能。

13 电力装置防雷及接地

13.1 一般规定

13.1.1 铁路电力装置防雷、接地设计,除应符合本规范的规定外,还应符合《建筑物防雷设计规范》(GB 50057)、《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》(GB/T 50064)、《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065)、《铁路防雷及接地工程技术规范》(TB 10180)等标准的有关规定。

13.1.2 防雷、接地设计,应与相关专业充分协商,密切配合。防雷、接地装置应充分利用建筑物结构的金属导体;防雷措施应与用电设备等防雷措施适配,构成整体防雷体系。

13.1.3 设有综合接地系统的铁路,在距铁路 20 m 范围内,以及距接触网带电体 5 m 范围内,电力装置的接地装置均应与综合接地系统相连。

13.1.4 电力装置需要接地时,除本章已有规定外,其接地电阻限值可按附录 C 确定。

13.2 电力装置防雷

13.2.1 变、配电所防直击雷和雷电感应过电压设计应符合下列规定:

1 室外配电装置(包括组合导线和母线廊道)应装设防直击雷接闪器,接闪器可采用独立避雷针或架空避雷线(网)。保护室外配电装置的避雷针不宜装设在独立的主控室和 35 kV 及以下变电所的屋顶上。

2 110 kV 配电装置,可将避雷针装设在配电装置的构架或

房顶上,但在土壤电阻率大于 $1\,000\Omega\cdot\text{m}$ 时,宜设独立避雷针;66 kV 配电装置,可将避雷针装设在配电装置的构架或房顶上,但在土壤电阻率大于 $500\,\Omega\cdot\text{m}$ 时,宜设独立避雷针。

3 独立避雷针宜设独立的接地装置,在非高土壤电阻率地区,接地电阻不宜大于 $10\,\Omega$ 。该接地装置可与主接地网相连接,避雷针与主接地网的地下连接点至 35 kV 及以下设备与主接地网的地下连接点之间,沿接地体的长度不应小于 15 m。

4 装设在架构(房顶)上的避雷针应与主接地网连接,并应在其附近装设集中接地装置。装有避雷针的架构上,接地部分与带电部分间的空气中距离不得小于绝缘子串长度或非污秽区标准绝缘子串的长度。

5 设有防直击雷保护装置的电力装置室,应采取有效措施防止雷电对电气设备的反击,屋顶上的设备金属外壳、电缆金属外皮和建筑金属构件均应接地。

6 不得在装有避雷针、避雷线的构筑物上架设未采取保护措施的通信线、广播线和低压线。

13.2.2 变、配电所防雷电波侵入设计应符合下列规定:

1 未沿全线架设地线的 35 kV~110 kV 架空线路,应在变、配电所 1 km~2 km 的进线段架设地线;35 kV~110 kV 电缆进线段,应在电缆与架空线连接处设避雷器,其接地端应与电缆金属外皮连接,连接电缆段的 1 km 架空线路应架设地线。

2 6 kV~35 kV 变、配电所每段母线和每路架空进出线均应装设避雷器。当采用电缆引入(出)时,应在电缆与架空线连接处设避雷器。有电缆段的架空线路,避雷器应装设在电缆头附近,其接地端应和电缆金属外层相连。

13.2.3 配电装置雷电过电压保护设计应符合下列规定:

1 10 kV~35 kV 配电变压器高压侧应装设避雷器保护。避雷器应尽量靠近变压器装设,其接地线应与变压器低压侧中性点(中性点不接地时则为中性点的击穿保险器的接地端)以及金属外

壳等连在一起接地。

2 10 kV~35 kV 配电变压器低压侧宜装设过电压保护装置。该过电压保护装置应与变压器金属外壳等连在一起接地。

3 10 kV~35 kV 柱上断路器、负荷开关、电容器,应在电源侧装设避雷器保护,避雷器接地线与设备金属外壳连接,接地电阻不宜大于 10 Ω 。

13.2.4 架空线路防雷电过电压保护方式,应根据线路的电压等级、负荷性质、系统运行方式、当地原有线路的运行经验、线路路径的雷电活动的强弱、地形地貌和土壤电阻率等条件,通过技术经济比较确定,可按以下要求采取雷电过电压保护措施:

1 6 kV~10 kV 混凝土杆架空电力线路,在多雷区可架设地线,或在三角排列的中线上装设避雷器。当采用铁横担时宜提高绝缘子等级;绝缘导线铁横担线路可不提高绝缘子等级。

2 6 kV 及以上无地线线路钢筋混凝土杆宜接地,金属杆塔应接地,在多雷区接地电阻不宜大于 30 Ω ,其余地区接地电阻可不受限制。

3 与架空线路相连接的电缆段,长度超过 50 m 时应在其两端装设避雷器或保护间隙;长度不超过 50 m 的电缆,可只在任何一端装设。

4 6 kV 及以上同级电压线路相互交叉或与较低电压线路、弱电线路交叉时,交叉挡两端的钢筋混凝土杆或铁塔均应接地。

13.3 电力装置接地

13.3.1 电力装置接地装置应充分利用自然接地体接地,但应校验自然接地极的热稳定性。接地按功能可分为系统接地、保护接地、雷电保护接地、防静电接地。

13.3.2 每座建筑物和发、变、配电所内,不同用途和不同额定电压的电器装置或设备,除另有规定外,应采用共用接地系统。共用接地装置的工频接地电阻,应符合其中最小值的要求,并满足接触

电位差和跨步电位差的要求。

13.3.3 电力装置和设施的下列外露可导电部分,除另有规定外,均应接地:

1 有效接地系统中部分变压器的中性点;有效接地系统中部分变压器、谐振接地、低电阻接地以及高电阻接地系统中,中性点所接设备的接地端子。

2 高压并联电抗器中性点接地电抗器的接地端子。

3 电机、变压器、高压电器、手握式及移动式设备的底座、外壳。

4 发电机中性点柜的外壳、发电机出线柜、封闭母线的外壳和变压器、开关柜等(配套)的金属线槽等。

5 配电、控制、保护用的屏(柜、箱)及操作台等的金属框架。

6 气体绝缘金属封闭开关设备的接地端子。

7 屋内外配电装置的金属架构和钢筋混凝土架构,以及靠近带电部分的金属围栏和金属门。

8 发、变、配电所的电缆沟和电缆隧道内,以及地上各种电缆金属支架等。

9 电力电缆的金属层,闲置电缆芯线;电力电缆接线盒、终端盒的外壳;穿线的钢管、电缆桥架、封闭母线的外壳等。

10 架有地线的架空线路杆塔。

11 非沥青地面的车站、居民区内不接地、谐振接地和高电阻接地系统中,未架设地线的架空线路的金属杆塔和钢筋混凝土杆塔。

12 装在电力线路杆塔上的变压器、开关设备、电容器等电气设备。

13 箱式变电站和环网柜的金属箱体等。

14 灯塔、灯桥、金属灯杆等;Ⅰ类灯具的金属外壳。

15 起重机轨道、布线钢索、电梯构件等。

16 电气设备传动装置。

17 高压电气装置的互感器的二次绕组。

13.3.4 仅专业电气人员允许进入场所或附属高压电气装置、电力生产设施的二次设备的下列金属部分可不接地：

1 在木质、沥青等不良导电地面的干燥房间内，交流标称电压 380 V 及以下、直流标称电压 220 V 及以下的电气设备外壳，但当维护人员可能同时触及电气设备外壳和接地物件时除外。

2 装在配电屏、控制屏和配电装置上的电测量仪表、继电器等低压电器的外壳；损坏后不会引起危险电压的支持绝缘子金属底座等。

3 安装在已接地的金属架构上且保证电气接触良好的设备，如电动机、电器、套管等，但爆炸危险场所除外。

4 标称电压 220 V 及以下的蓄电池室内的支架。

13.3.5 35 kV 地区或中心变电所、66 kV 及以上变电所、配电所电气装置的接地，除利用自然接地体外，还应敷设以水平接地体为主的人工接地网。小型变电所或附属变电所，采用建筑物的基础作接地极，且接地电阻满足要求时，可不另设人工接地。

13.3.6 具有 GIS 组合电器的变、配电所，应设置一个总接地网，并在 GIS 设备区域设置专用接地网。专用接地网应由设备制造厂设计，并成为总接地网的一个组成部分，其之间的连接线不应少于 4 根。

13.3.7 低压系统的接地型式可分为 TN、TT 和 IT 等 3 种。其中 TN 系统可分为 TN-S、TN-C 和 TN-C-S 等 3 种。各接地系统的构成，应符合附录 D 所表达的内容。

13.3.8 对于 TN 系统，电气装置的外露可导电部分应经 PE 线或 PEN 线接地，系统并应符合下列规定：

1 单电源的 TN 系统，在电源处应有一点直接接地。

2 多电源的 TN 系统，不应在变压器的中性点直接接地，而应在连接各中性点的绝缘导体的某一点单点接地，且该接地点应设在总配电柜(箱)内。

3 PE 线和 PEN 线可增设接地(包括 TN-C-S 系统中的 PEN 线段)。

4 系统 N 线与 PE 线分开后,彼此不应再次互联。

13.3.9 TT 系统应只有一点直接接地,电气装置的外露可导电部分应接到在电气上独立于电源系统接地的接地极上。

13.3.10 IT 电源系统的所有带电部分应与地隔离,或某一点通过阻抗接地。电气装置的外露可导电部分可互联集中、分组互联集中或单独接地。

13.3.11 铁路低压配电系统的接地型式可按以下原则确定:

1 宜优先采用 TN 系统。

2 当一台变压器供多处建筑物且较分散,或变压器距离供电对象的房屋较远时,可采用 TN-C-S 系统;其余情况宜采用 TN-S 系统。

3 用电设备少或很难被触碰到,人员不经常进入的场所,当与采用 TN-S 或 TN-C-S 系统对比有明显经济优势时,可采用 TN-C 系统。

4 室外照明等设施的配电宜采用 TT 系统或局部 TT 系统,并配置自动切除接地故障的保护装置。困难时,可采用 TN-S 系统,其接地和配电线路的保护要求,应符合国家现行标准的有关规定。

5 有特殊要求的用电设备,可采用 IT 系统,并应设置为专用低压系统。

13.3.12 变压器设置在供电对象的建筑外并采用 TN 系统时,低压线路在引入建筑物处,PE 或 PEN 线应重复接地。采用 TN-C-S 系统时,N 线与 PE 线宜在引入建筑物处分开,并应在分开处重复接地。

13.3.13 低压电气装置采用接地故障保护时,建筑物内电气装置应采用总等电位保护联结系统,并符合附录 E 的有关规定。

14 电气节能与环保

14.1 一般规定

14.1.1 铁路电气节能与环保设计应符合国家节能减排政策的要求,与铁路规划的有关要求相结合。

14.1.2 铁路电气节能与环保设计应积极推进采用成熟、经济适用的节能和环保新技术、新装备。

14.2 供配电系统的节能

14.2.1 铁路供配电系统的规划、构建应符合下列规定:

1 电源和内部配电网的电压等级应根据用电设备的负荷等级、容量、供电距离、变配电设施的分布情况、用电设备特点等合理确定。对具有几个电压等级的供配电系统,应进行经济技术比较,以减少电压层次、降低变电损耗,并选用经济合理的运行方式。

2 旅客站房等大型建筑,条件适宜时,可设置光伏发电系统、热电联产系统等分布式能源系统。当分布式能源系统只作为辅助电源时,其运行规则应与负荷规律相匹配。

3 变、配电设施应尽量靠近负荷中心。

4 生产与生活应分系统供电。

14.2.2 供配电系统节能设计应符合下列规定:

1 变、配电所的保护、控制应采用自动化技术。

2 变压器设计应符合下列规定:

1) 应根据用电负荷情况,正确选择和配置变压器的容量和台数,合理分配负荷,且宜符合《电力变压器经济运行》(GB/T 13462)的有关要求。

- 2) 电力变压器不宜长期轻载甚至空载运行。
- 3) 当主变压器容量较大,负荷具有明显的昼夜、季节等特征时,宜增设小容量变压器,采用轻载切除装置,实行自动切换。

3 电力线路应选择合理的供电方式、导线截面。

4 电力设计宜积极采用峰谷分时技术,有条件时,可采用电力负荷控制技术。

5 自然功率因数未达到规定标准的变、配电所,应装设无功补偿装置。

14.2.3 根据不同的用电情况,应合理分配和平衡用电负荷,合理调整线路布局,控制总线损率及受电端电压在允许电压的偏差范围内。

14.2.4 低压配电系统中接入交流 220 V 或交流 380 V 单相用电设备时宜使三相负荷分配平衡。

14.3 电气照明的节能

14.3.1 电气照明节能设计应符合下列规定:

- 1 应根据不同场所选取适宜的照度标准值和功率密度。
- 2 宜采用三相电源线路,三相配电干线的各相负荷宜分配平衡。
- 3 应根据不同场所照度要求,采用分区照明、一般照明、局部照明等多种方式或其结合,以及利于节能的控制方式,保证照明质量,节约用电。
- 4 应采用节能型光源。
- 5 照明器布置应充分考虑自然光、背景光对照度的影响,并设置与其对应的控制单元。

14.3.2 建筑物的电气照明节能设计应根据建筑特点、功能、标准、使用要求等,通过合理选用和配置控制装置,对照明系统进行分散、集中、手动、自动的控制。

14.3.3 除有特殊需要外,电光源应选用国家节能认证的产品,且符合国家规定的能效限定值及能效等级的要求。采用高效节能灯具。各种照明器具的选择,应符合《铁路照明设计规范》(TB 10089)的有关规定。

14.4 电气设备和元器件的节能

14.4.1 变压器应选用国家推广使用的高效、低损耗的节能型变压器。10 kV 三相配电变压器,应符合《三相配电变压器能效限定值及能效等级》(GB 20052)的要求;35 kV~220 kV 电力变压器应符合《电力变压器能效限定值及能效等级》(GB 24790)的要求。其他电力设备和装置,均应符合国家有关能效限值的要求。

14.4.2 高压断路器宜配置弹簧储能型、永磁操动型等节能类型的操作机构。

14.4.3 变、配电所及自动控制装置的信号显示、继电器、仪表等应选用节电产品。

14.5 控制和管理系统的节能

14.5.1 铁路供配电系统的设计,应充分利用机电设备监控系统、远动系统、能源管理系统等控制和管理系统技术提高节能效果。各类控制和管理系统的设置应根据节能效果考虑投入产出比,达到技术先进、运行可靠、利于管理、经济适用的目标。

14.5.2 复杂成套的机电设备、工艺群组设备宜通过机电设备监控系统或装置进行过程控制,以实现合理闭环和联动,利于节能。能源管理系统应合理划分采样分组和采样点,当设有联动控制功能时应与工程实际相适宜,力求系统最简,效益最高。机电设备监控和能源管理系统的设计应符合本规范第 5、9、12 章的有关规定。

14.5.3 有调速要求的交流电动机和工艺上对风量或水量有变化的风机和泵类负荷,宜采用变频调速等电子节能技术。

14.6 环境保护

14.6.1 铁路电力设计应符合国家环境保护的有关法律、法规、技术标准等方面的要求,重点考虑和加强对有害物质泄漏、电磁辐射、噪声、植被影响、节约土地等方面的措施。

14.6.2 电力设备的选择应符合国家标准规定的泄漏和噪声要求。

14.6.3 10 kV 油浸式变压器宜采用全封闭式,变压器油宜选用优质的矿物油或合成绝缘液体。水土环境敏感区域宜采用干式变压器或采取可靠的防护措施。

14.6.4 10 kV 及以上断路器应选用无油化产品。

14.6.5 设计选用的 SF₆ 气体绝缘设备,其年泄漏率不得高于 0.1%。

14.6.6 架空电力线路的设计应按本规范 7.2 和 7.3 节的规定,避免对环境的破坏,减少对环境的影响。

14.6.7 位于经常有人区域的电抗器、变压器等高噪声设备,宜布置在室内,或采用封闭安装的形式。

15 接口设计

15.1 一般要求

15.1.1 铁路电力工程应充分考虑与相关工程、土建工程、外部设施和相关各系统之间的接口和协调关系,总体设计应经济合理,利于施工、调试、管理、运行和维护。

15.1.2 铁路电力工程应考虑技术对接与兼容、产权划分、管理界面、施工工序和工艺等方面的需求,合理确定接口形式和界面。

15.2 电力工程与土建工程的接口

15.2.1 变、配电所等电力设施的设计,应向站场、线路、房建等专业提出要求,在用地、场坪布置、通所道路、排水等方面实现总体性最优。

15.2.2 布置在房屋内、隧道内、桥梁上的电力设备,应提出设备布置、基础、安装以及沟、槽、管、洞、井等要求给相关专业,在主体工程中统筹设计。

15.2.3 布置在隧道内、桥梁上、路肩上、硬质路基脚下、站场设施密集等区域的电力电缆线路,应提出沟、槽、管、井等要求给相关主体专业,在主体工程中统筹设计。

15.2.4 利用主体结构金属进行防雷接地,采用与建筑一体化的光伏组件等设备时,电力专业应与相关主体专业进行紧密的配合,做好专业衔接,满足施工工序和施工工艺要求。

15.3 铁路供配电系统与外部电源的接口

15.3.1 铁路外部电源宜按减少接口数量、利于产权划分和管理

的原则进行方案规划和设计。

15.3.2 铁路供配电设施与外部电源的接口形式和界面,应通过协商确定,并符合相关标准和规定的要求。

15.3.3 电源线路应设置产权或管理分界装置。

15.4 供配电系统与其他设备的接口

15.4.1 供配电系统与其他设备系统的接口应满足运营管理的需要。

15.4.2 在满足通畅、兼容和管理需要的前提下,应力求简化接口设备,避免重复设置。

15.4.3 电力、通信、信号、防灾等设备系统共址的区域,宜统筹布置,降低相互间的干扰。

15.4.4 设有电力远动系统,或其他远程系统监控范围需要跨站、跨线时,宜将传输通道要求提供给通信专业。

15.4.5 电力设备用房当有通风、空调、给排水、消防等特殊要求时,应提供给相关专业合理配套。

15.4.6 电力与其他设备系统间的保护和控制,应有合理的匹配关系。为通信、信号电源屏供电的低压配电系统应力求将配电保护级数减到最少。

15.4.7 为自带控制系统的用电设备供电的供配电系统,应配合用电设备实现系统功能。

附录 A 典型气象区

表 A 典型气象区

气象区		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
大气 温度 (℃)	最高	+40								
	最低	-5	-10	-10 (-5)	-20	-10 (-20)	-20 (-40)	-40 (-20)	-20	-20
	导线覆冰	—	-5							
	最大风	+10	+10	-5	-5	+10 (-5)	-5	-5	-5	-5
	安装	0	0	-5	-10	-5	-10	-15	-10	-10
	雷电过电压	+15								
	操作过电压 年平均气温	+20	+15	+15	+10	+15	+10	-5	+10	+10
风速 (m/s)	最大风	35 (30)	30 (25)	25	25	30 (25)	25	30 (25)	30	30
	导线覆冰	10							15	
	安装	10								
	雷电过电压	15	10							
	操作过电压	0.5×最大风速(不低于 15 m/s)								
覆冰厚度(mm)		0	5	5	5	10	10	10 (15)	15	20
冰的密度(g/cm ³)		—	0.9							

注:1 表内一个栏内只有一个数值时,适用于 35 kV 及以下线路。表内一个栏内有两个数值时,不带括号的适用于 35 kV 线路,带括号的适用于 10 kV 及以下线路。

2 10 kV 及以下线路的各级气象区,最高、最低气温时的风速均为零。

3 一般情况下覆冰时风速 10 m/s,当有可靠资料表明需加大风速时可取为 15 m/s。

4 架空电力线路穿越特殊地区或区域(如高海拔、气温异常、大风区等),应根据当地特殊情况确定的计算气象条件进行设计。

附录 B 外壳防护等级分类

表示防护等级的代号通常由特征字母 IP 和两个特征数字组成,有特别要求时,可增加附加字母和(或)补充字母。

不要求规定特征数字时,由字母“X”代替(两个特征数字都不规定时,则用“XX”表示)。

附加字母和(或)补充字母可省略,不需代替。

当使用一个以上的补充字母时,应按字母顺序排列。

当外壳采用不同安装方式提供不同的防护等级时,制造厂应在相应安装方式的说明书上表明该防护等级。

表 B-1 第一位和第二位特征数字所表示的防护等级

数字或字母	数字或字母	对设备防护的含义	对人员防护的含义
第一位 特征数字	—	防止固体异物进入	防止接近危险部件
	0	无防护	无防护
	1	防止 $\geq$ 直径 50 mm 的固体异物: 直径 50 mm 的球形物体试具不得完全进入壳内	防止手背接近危险部件: 直径 50 mm 的球形试具应与危险部件有足够的间隙
	2	防止 $\geq$ 直径 12.5 mm 的固体异物: 直径 12.5 mm 的球形物体试具不得完全进入壳内	防止手指接近危险部件: 直径 12 mm,长 80 mm 的铰接试指应与危险部件有足够的间隙
	3	防止 $\geq$ 直径 2.5 mm 的固体异物: 直径 2.5 mm 的物体试具完全不得进入壳内	防止工具接近危险部件: 直径 2.5 mm 的试具不得进入壳内

续表 B-1

数字或字母	数字或字母	对设备防护的含义	对人员防护的含义
第一位 特征数字	4	防止 $\geq$ 直径 1.0 mm 的固体异物: 直径 1.0 mm 的物体试具完全不得进入壳内	防止金属线接近危险部件: 直径 1.0 mm 的试具不得进入壳内
	5	防尘: 不能完全防止尘埃进入,但进入的灰尘量不得影响设备的正常运行,不得影响安全	防止金属线接近危险部件: 直径 1.0 mm 的试具不得进入壳内
	6	尘密: 无灰尘进入	防止金属线接近危险部件: 直径 1.0 mm 的试具不得进入壳内
第二位 特征数字	—	防止进水造成有害影响	—
	0	无防护	—
	1	防止垂直方向滴水: 垂直方向滴水应无有害影响	—
	2	防 15°的滴水: 当外壳的各垂直面在 15°范围内倾斜时,垂直滴水应无有害影响	—
	3	防淋水: 各垂直面在 60°范围内淋水,无有害影响	—
	4	防溅水: 向外壳各方向溅水无有害影响	—
	5	防喷水: 向外壳各方向喷水无有害影响	—
	6	防猛烈喷水: 向外壳各个方向强烈喷水无有害影响	—

续表 B-1

数字或字母	数字或字母	对设备防护的含义	对人员防护的含义
第二位 特征数字	7	防短时间浸水： 浸入规定压力的水中经规定时间后，外壳进水量不致达到有害程度	—
	8	防持续潜水： 按生产厂和用户双方同意的条件持续潜水后，外壳进水量不致达到有害程度	—

表 B-2 附加字母和补充字母所表示的防护等级或含义

数字或字母	数字或字母	对设备防护的含义	对人员防护的含义
附加字母 (可选择)	—	—	防止接近危险部件： 接近危险部件的实际防护高于第一位特征数字所代表的防护等级
	A	—	防止手背接近： 直径 50 mm 的球形试具与危险部件必须保持足够的间隙
	B	—	防止手指接近： 直径 12 mm，长 80 mm 的铰接试指与危险部件必须保持足够的间隙
	C	—	防止工具接近： 直径 2.5 mm，长 100 mm 的试具与危险部件必须保持足够的间隙
	D	—	防止金属线接近： 直径 1.0 mm，长 100 mm 的试具与危险部件必须保持足够的间隙

续表 B-2

数字或字母	数字或字母	对设备防护的含义	对人员防护的含义
补充字母 (可选择)	—	专门补充的信息	—
	H	高压设备	—
	M	防水试验在设备的可动部件(如旋转电机的转子)运动时进行	—
	S	防水试验在设备的可动部件(如旋转电机的转子)静止时进行	—
	W	提供附加防护或处理以适用于规定的气候条件	—

附录 C 交流电力装置铁路常用 接地电阻最高限值(Ω)

表 C 交流电力装置铁路常用接地电阻最高限值(Ω)

装置类别	接地装置适用情形	工频接地电阻(Ω)	备 注
电力架空线路	6 kV~35 kV 有架空地线的杆塔接地	≤ 10	$\rho \leq 100 \Omega \cdot \text{m}$ 时
		≤ 15	$100 \Omega \cdot \text{m} < \rho \leq 500 \Omega \cdot \text{m}$ 时
		≤ 20	$500 \Omega \cdot \text{m} < \rho \leq 1\,000 \Omega \cdot \text{m}$ 时
		≤ 25	$1\,000 \Omega \cdot \text{m} < \rho \leq 2\,000 \Omega \cdot \text{m}$ 时
		≤ 30	$2\,000 \Omega \cdot \text{m} < \rho$ 时
	6 kV~35 kV 无架空地线的杆塔接地	≤ 30	
	小电流接地系统位于站、场(厂)、居民区的无架空地线的杆塔接地	≤ 30	
	1 kV 及以下线路,采用 TN 系统时,PE 或 PEN 线在建筑物引入处的重复接地	≤ 10	
	1 kV 及以下线路,采用 IT 系统时的杆塔接地	≤ 30	
1 kV 以上配电装置	1 kV 及以下线路,入户处的绝缘子铁脚接地	≤ 30	
	直接接地、低电阻接地系统的保护接地	≤ 4	同时应符合 $R \leq 2\,000/I_G$
	不接地、谐振接地、高电阻接地系统的保护接地	≤ 4	同时应符合 $R \leq 120/I_g$; $R \leq 50/I$

续表 C

装置类别	接地装置适用情形	工频接地电阻(Ω)	备 注
1 kV 以上柱上设备	用于保护柱上断路器、负荷开关、电容器组等的避雷器接地	≤ 10	
1 kV 及以下配电装置	变压器低压侧中性点的直接接地	≤ 4	
	重复接地	≤ 10	
	TT 系统外露可导电部分的保护接地	不规定	应满足 $R_A \leq 50/I_a$

注:1 对于接地电阻限值的确定,当相关标准有规定的计算方法或表达式时,应首先满足计算要求。

2 当采用规定的表达式计算后结果宽于本表规定时,方可按本表限值执行。

3 表中: R ——接地电阻(Ω);

R_A ——接地电阻与外露可导电部分的保护导体电阻之和(Ω);

I ——计算用的单相接地故障电流(A);谐振接地系统为故障点残余电流(A);

I_G ——计算用经接地网入地的最大接地故障不对称电流有效值(A);

I_g ——计算用经接地网入地的对称电流(A);

I_a ——保护电器自动动作的动作电流(A);

ρ ——导电率($\Omega \cdot m$)。

附录 D 低压配电系统的接地形式

D. 0. 1 低压配电系统的接地形式有三种：TN 系统、TT 系统、IT 系统。

D. 0. 2 TN 系统

电力系统有一点直接接地，电气装置的外露可导电部分通过保护线与该接地点连接。根据中性导体(N)和保护导体(PE)的配置方式，TN 系统可分为如下三类：

1 TN-C 系统。整个系统的 N、PE 线是合一的。如图 D. 0. 2-1 所示。

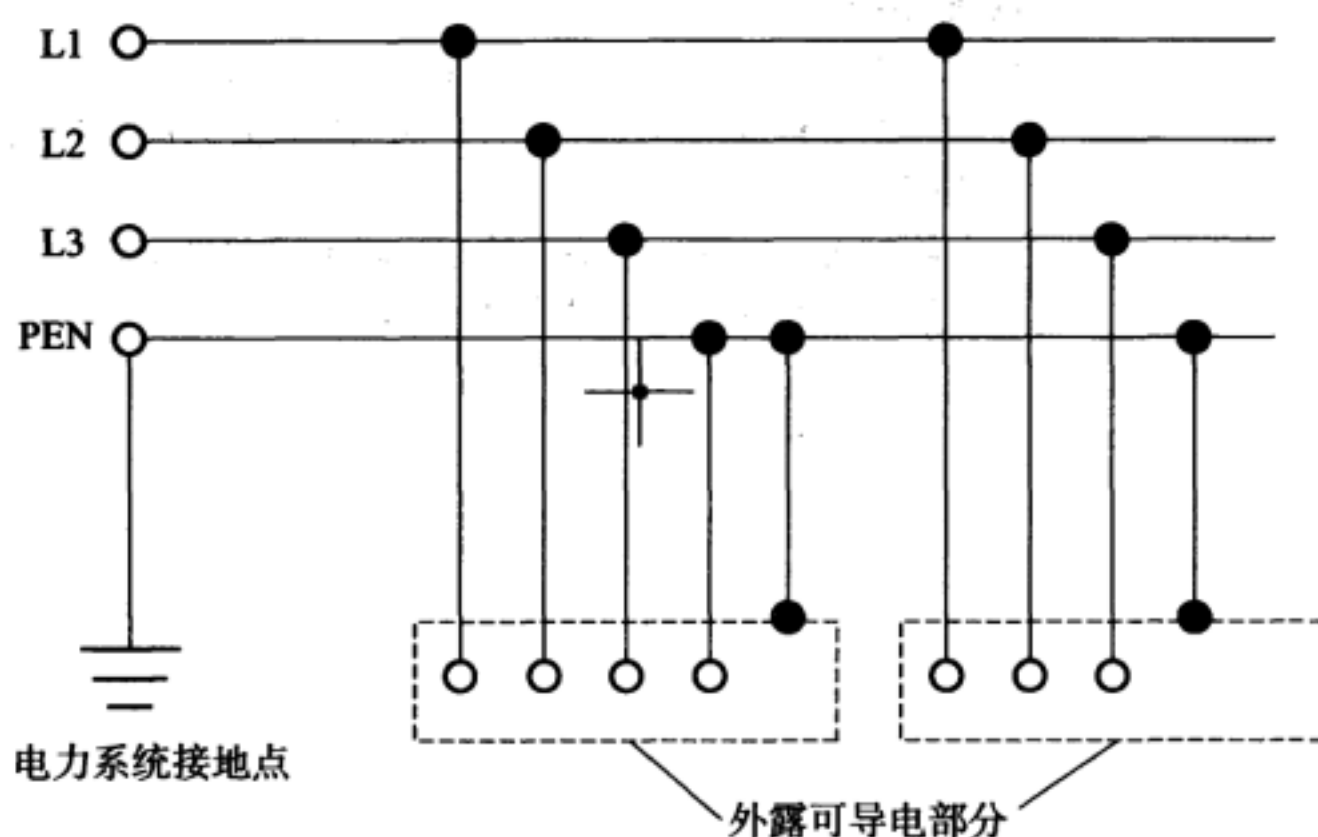


图 D. 0. 2-1 TN-C 系统

2 TN-C-S 系统。系统中有一部分线路的 N、PE 线是合一的。如图 D. 0. 2-2 所示。

3 TN-S 系统。整个系统的 N、PE 线是分开的。如图 D. 0. 2-3 所示。

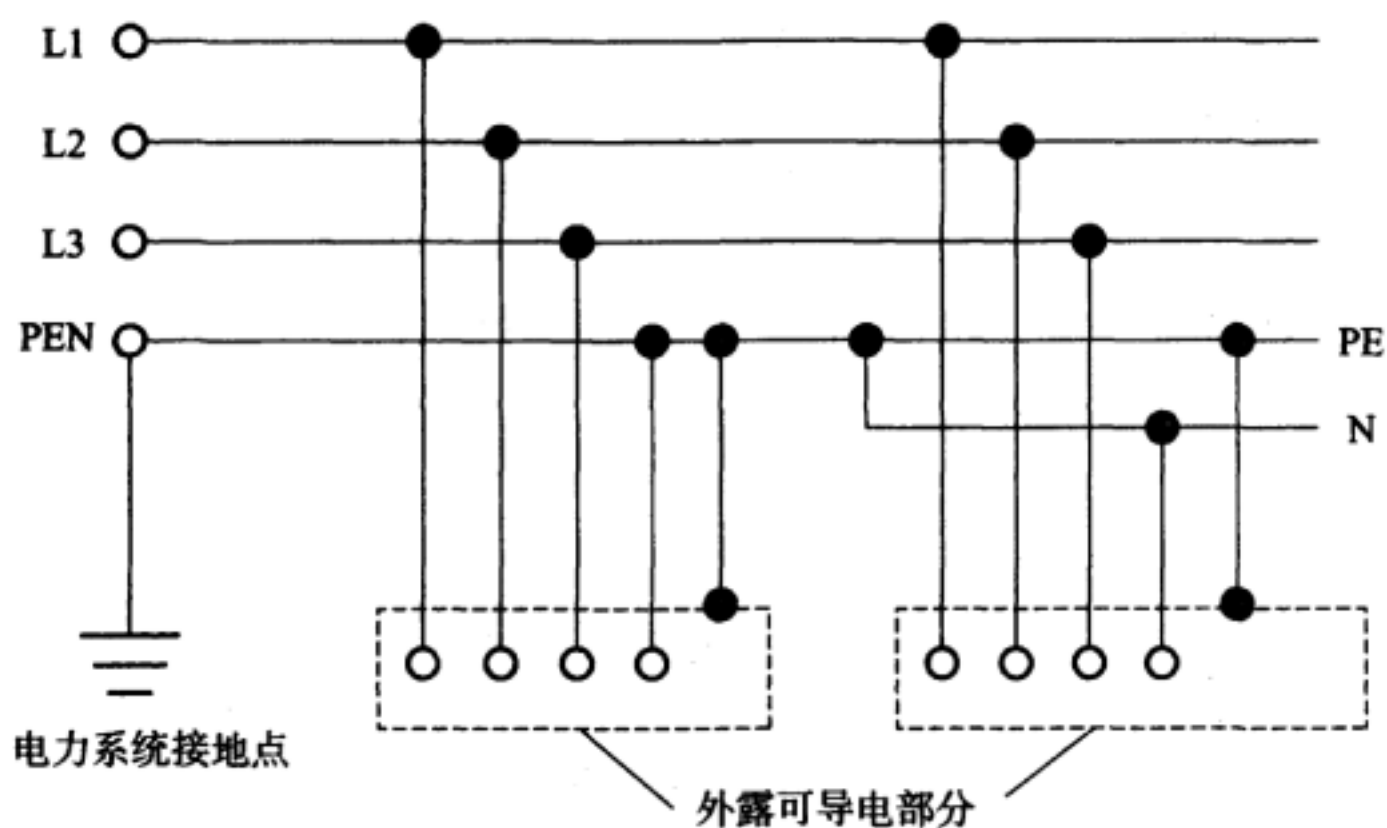


图 D. 0. 2-2 TN-C-S 系统

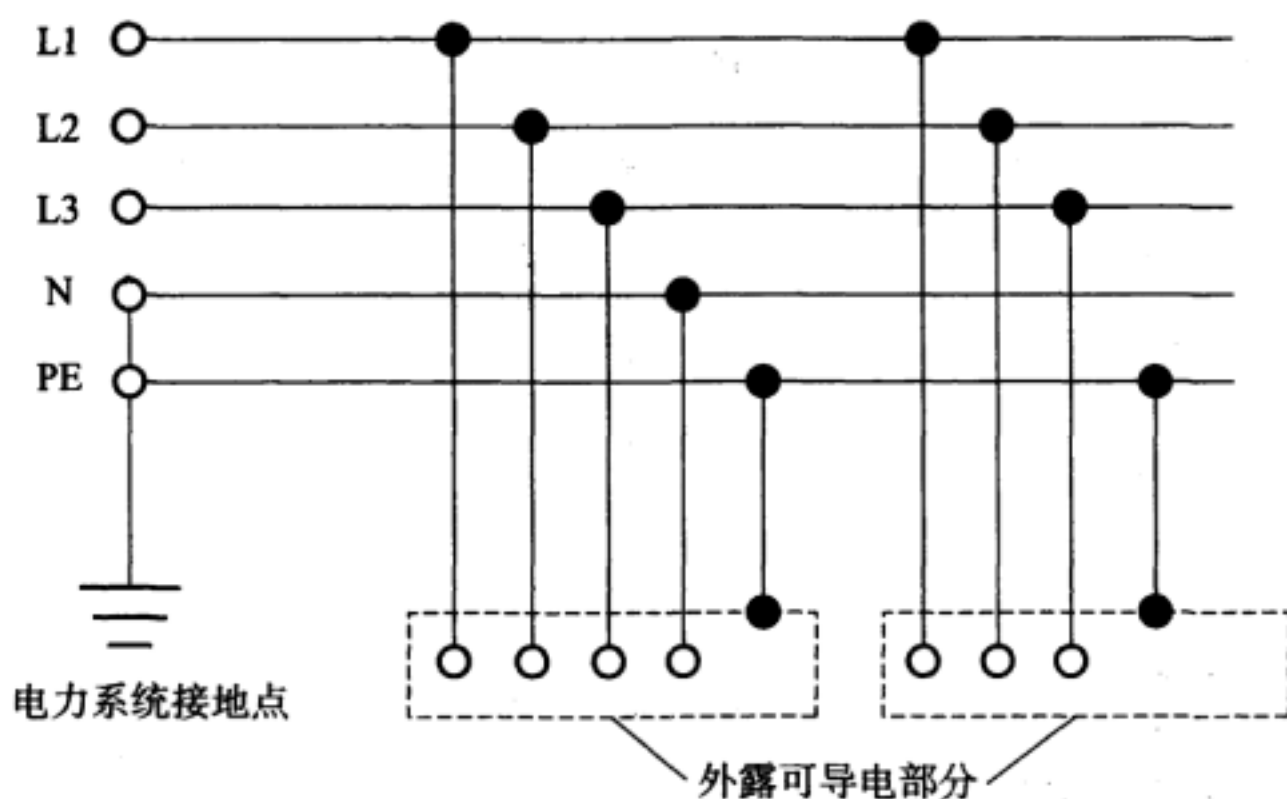


图 D. 0. 2-3 TN-S 系统

D. 0. 3 TT 系统

电力系统有一点直接接地,电气装置的外露可导电部分通过保护线接至与电力系统接地点无关的接地极。如图 D. 0. 3 所示。

D. 0. 4 IT 系统

电力系统与大地间不直接连接,电气装置的外露可导电部分通过保护接地线与接地极连接。如图 D. 0. 4 所示。

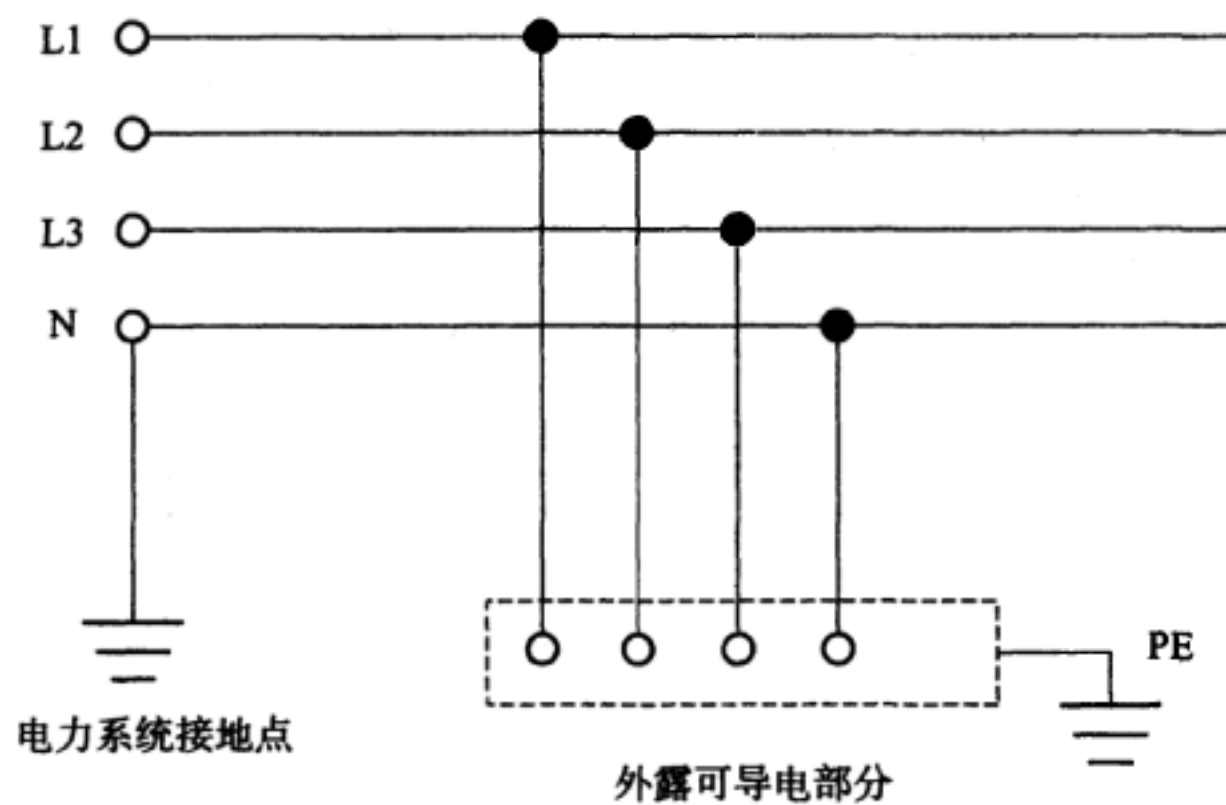


图 D. 0. 3 TT 系统

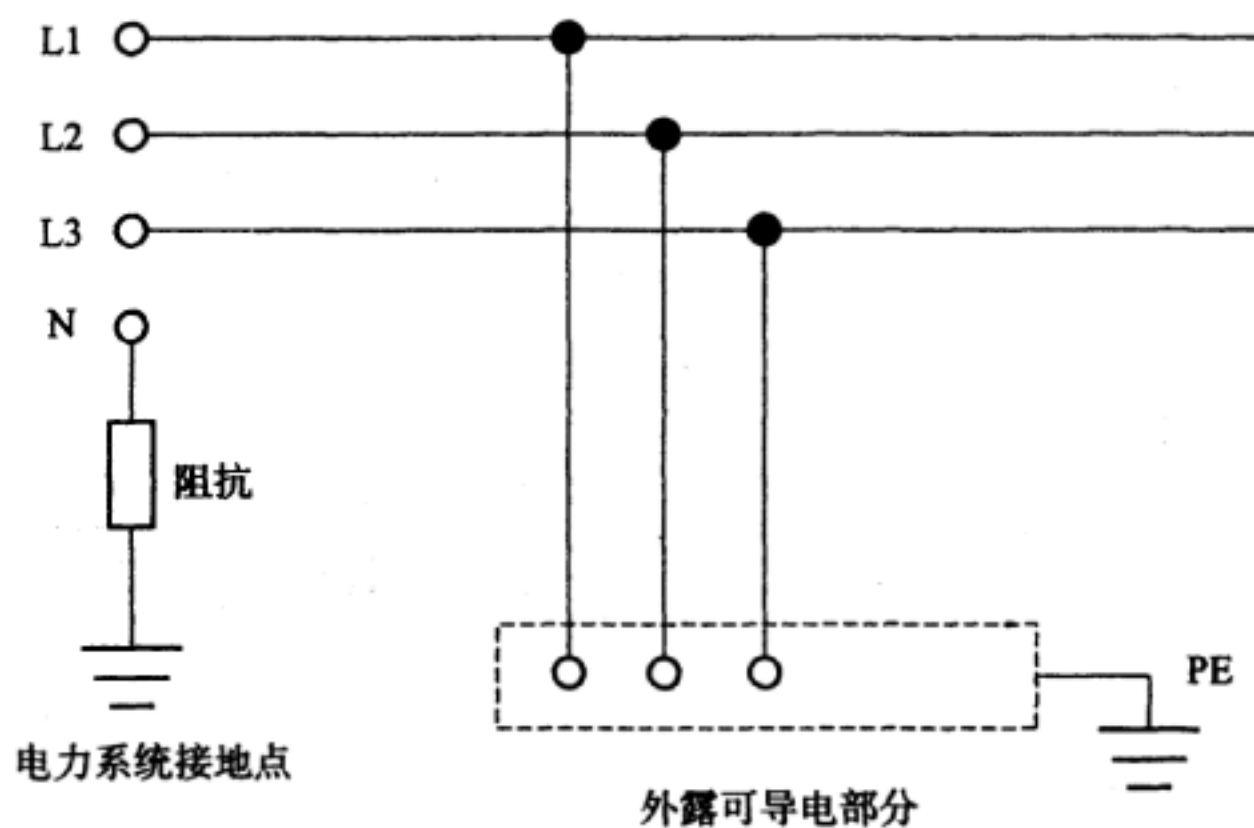


图 D. 0. 4 IT 系统

D. 0. 5 有总等电位连接的 TN-S 接地形式系统建筑物内的中性线不需要隔离;对 TT 接地型式系统的电源进线开关应隔离中性线,漏电保护器必须隔离中性线。

附录 E 低压接地配置、保护导体和保护联结导体

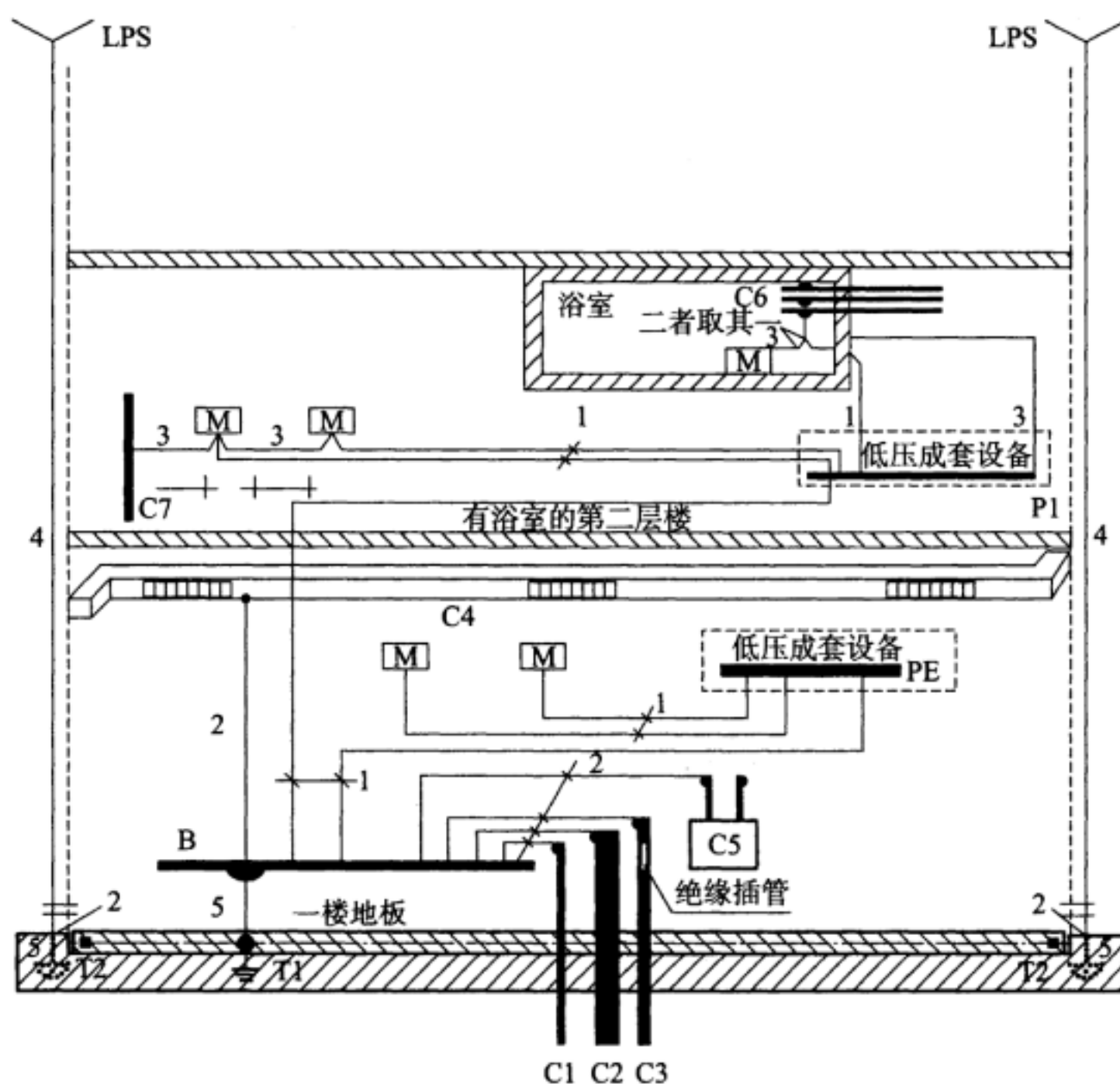


图 E 接地配置、保护导体和保护联结导体

M—外露可导电部分;C—外界可导电部分;C1—外部进来的金属水管;
C2—外部进来的金属排气废物、排水管道;C3—外部进来的带绝缘插管的金属可燃气体管道;
C4—空调;C5—供热系统;C6—金属水管,比如浴室里的金属水管;
C7—在外露可导电部分的伸臂范围内的外界可导电部分;
B—总接地端子(总接地母线);T—接地极;T1—基础接地;
T2—LPS(防雷装置)的接地极(若需要);
1—保护导体;2—保护联结导体;3—用作辅助联结用的保护联结导体;
4—LPS(防雷装置)的引下线;5—接地导体

本规范用词说明

执行本规范条文时,对于要求严格程度的用词说明如下,以便在执行中区别对待:

(1)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

(2)表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

(3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

(4)表示允许有选择,在一定条件下可以这样做的用词:

采用“可”。

引用标准名录

- 《外壳防护等级(IP 代码)》 GB 4208—2008
- 《高压/低压预装式变电站》 GB 17467—2010
- 《管形荧光灯镇流器能效限定值及能效等级》 GB 17896—2012
- 《普通照明用双端荧光灯能效限定值及能效等级》 GB 19043—2013
- 《普通照明用自镇流荧光灯能效限定值及能效等级》 GB 19044—2013
- 《单端荧光灯能效限定值及节能评价值》 GB 19415—2013
- 《高压钠灯能效限定值及能效等级》 GB 19573—2004
- 《高压钠灯用镇流器能效限定值及节能评价值》 GB 19574—2004
- 《三相配电变压器能效限定值及能效等级》 GB 20052—2013
- 《金属卤化物灯能效限定值及能效等级》 GB 20054—2006
- 《电力变压器能效限定值及能效等级》 GB 24790—2009
- 《建筑设计防火规范》 GB 50016—2014
- 《建筑照明设计标准》 GB 50034—2013
- 《供配电系统设计规范》 GB 50052—2009
- 《20 kV 及以下变电所设计规范》 GB 50053—2013
- 《低压配电设计规范》 GB 50054—2011
- 《通用用电设备配电设计规范》 GB 50055—2011
- 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057—2010
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB 50058—2014
- 《35 kV~110 kV 变电站设计规范》 GB 50059—2011
- 《3~110 kV 高压配电装置设计规范》 GB 50060—2008
- 《66 kV 及以下架空电力线路设计规范》 GB 50061—2010

《电力装置的电测量仪表装置设计规范》 GB/T 50063—2008
 《火灾自动报警系统设计规范》 GB 50116—2013
 《地铁设计规范》 GB 50157—2013
 《电子信息系统机房设计规范》 GB 50174—2008
 《工业企业总平面设计规范》 GB 50187—2012
 《电力工程电缆设计规范》 GB 50217—2007
 《火力发电厂与变电站设计防火规范》 GB 50229—2006
 《110 kV~750 kV 架空输电线路设计规范》 GB 50545—2010
 《室外作业场地照明设计标准》 GB 50582—2010
 《1 000 kV 架空输电线路设计规范》 GB 50665—2011
 《±800 kV 直流架空输电线路设计规范》 GB 50790—2013
 《输电线路铁塔制造技术条件》 GB/T 2694—2010
 《不间断电源设备》 GB 7260.1—2008/7260.2—2009
 《电能质量 供电电压允许偏差》 GB/T 12325—2008
 《电能质量 电压波动和闪变》 GB/T 12326—2008
 《电力变压器经济运行》 GB/T 13462—2008
 《电能质量 公用电网谐波》 GB/T 14549—1993
 《电力负荷管理系统技术规范》 GB/T 15148—2008
 《电能质量 三相电压不平衡》 GB/T 15543—2008
 《逆变应急电源》 GB/T 21225—2007
 《额定电压 1 kV($U_m=1.2$ kV)到 35 kV($U_m=40.5$ kV)铝合金芯挤包绝缘电力电缆》 GB/T 31840—2015
 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》 GB/T 50062—2008
 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》 GB/T 50064—2014
 《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T 50065—2011
 《智能建筑设计标准》 GB 50314—2015
 《铁路隧道防灾救援疏散工程设计规范》 TB 10020—2012
 《铁路工程设计防火规范》 TB 10063—2007(2012 版)

《高速铁路设计规范》 TB 10621—2014
《旅客列车 DC 600 V 供电系统技术要求及试验》 TB/T 3063—2011
《铁路防雷及接地工程技术规范》 TB 10180—2016
《铁路照明设计规范》 TB 10089—2015
《电力负荷管理系统数据传输规约》 DL/T 535—2009
《架空绝缘配电线路设计技术规程》 DL/T 601—1996
《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》 DL/T 620—1997
《架空送电线路钢管杆设计技术规定》 DL/T 5130—2001
《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》 DL/T 5154—2012
《架空输电线路钢管塔设计技术规定》 DL/T 5254—2010
《民用建筑电气设计规范》 JGJ 16—2008
《交通建筑电气设计规范》 JGJ 243—2011

《铁路电力设计规范》

条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明,不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。为减少篇幅,只列条文号,未抄录原文。

1.0.5 对于铁路电力工程设计,常见致灾因素和安全隐患主要有冰、雪、风、洪水、地震、泥石流、滑坡、塌陷等自然灾害,以及火灾、电击等潜在事故。

3.0.1 集中供电是指对工程项目的整条铁路线或区段,集中引取外部电源,通过构建内部配电网,如电力贯通线路,长距离配电干线等方式,为分布各处的铁路负荷供电。

分散供电是指不修建贯通线路、长距离配电干线等,各负荷点或地区分别引取外部电源的供电方式。

3.0.3 不同单位管理的分界通常包括:

- 1 不同铁路公司、供电段(或其他管理机构)之间的分界。
- 2 供电段(或其他管理机构)与用户之间的分界。

3.0.7 铁路电力设施的运营管理存在多种方式,其中包括自行管理、委托管理、寻求社会化服务等方式,且其管理模式会因所属单位的不同而不同,故其管理机构设置一般需按铁路权属方或运营管理方施行的技术规程确定。基于铁路管理的特点,一般情况下,电力管理机构需要按层级和相应的管辖与职责范围设置,分别设置事故抢修、检验、试验、测试等设备,必要的日常维护设备,交通工具和通信设备等。

4.1.1 本条是依据《供配电系统设计规范》(GB 50052—2009)并结合铁路特点制定的。

用电负荷分级的意义,在于正确地反映它对供电可靠性要求的界限,以便恰当地选择符合实际水平的供电方式,提高投资的经济效益,保护人员生命和设施的安全。负荷分级主要是从安全和经济损失两个方面来确定。安全包括了人身生命安全和生产过程、生产装备的安全。

停电一般分为计划检修停电和事故停电。由于计划检修停电事先通知用电部门,故可采取措施避免损失或将损失减少至最低限度。本条文是按事故停电的损失来确定负荷特性的。

对于在有关标准中没有明确规定负荷等级的用电设备是否为一级负荷,其主要判据是对停电后果的评估。还有一个可供参考的判断方法是:用电设备本身是否允许停止工作。如果该用电设备是按双套及以上备用配置,或采用冗余备份配置的,部分设备故障后仍能维持基本需求的,结合停电后果的评估,可判定是否为一级负荷。不具备上述参考条件,说明设备本身是可以中断工作的,就不宜轻易判定为一级负荷。

铁路用电负荷中还存在许多系统性的设备,其不同节点的设备对供电可靠性的需求不一定相同。例如,中央处理级设备和一般终端设备停电时,对系统运行的影响程度和造成的后果通常就是不同的。所以属于各类系统组成内容的用电设备,需要根据其在系统中的使用性质、非正常停电的后果等因素分析确定负荷等级。

根据长期的铁路电力工程设计经验,有许多案例将下列典型的用电设备确定为一级负荷可供参照:

一是运输调度指挥中心的系统设备,列车调度指挥系统设备,调度集中设备,集中联锁设备,自动闭塞(不含站间闭塞)和列控系统设备,区间信号中继站设备,通信站设备(通常至少是分枢纽级),与列控系统配套的通信设备。

二是特大型客站、国境站的广播设备和公共区照明、应急照明设备。

三是编组站综合自动化系统设备,驼峰信号控制系统设备,机械化驼峰空压机、缓行器液压泵等动力机械,驼峰区照明。

四是无其他上油设备时,内燃机车的电动上油设备。

五是铁路轮渡栈桥动力机械设备。

等等。

4.1.2 本条主要是依据《供配电系统设计规范》(GB 50052—2009)制定的。

因地区大电力网在主网电压上部是并网的,用电部门无论从电网取几回电源进线,也无法得到严格意义上的两个独立电源。所以这里指的双重电源是指一个负荷的电源是由两个电路提供的,这两个电路就安全供电而言被认为是互相独立的。其可以是分别来自不同电网的电源,或来自同一电网但在运行时电路互相之间联系很弱,或者来自同一个电网但其间的电气距离较远,一个电源系统任意一处出现异常运行时或发生短路故障时,另一个电源仍能不间断供电,这样的电源都可视为双重电源。

低压双电源切换装置通常已最大限度地靠近了用电设备。当上级某一路配电线路故障时,通过切换装置仍然能最大限度地避免设备断电,故要求双重电源要供电至低压双电源切换装置处。铁路低压双电源切换装置通常有两种情况:当用电设备对切换装置没有特殊要求时,由供配电系统设置;当有特殊要求时,一般由用电设备系统自行设置,例如某些通信设备的电源装置就属于这种情况。

4.1.3 由于这类负荷中断供电会造成更严重的后果,故增设后备电源。典型的如与行车直接相关的信号和与之配套的通信设备,当中断供电时,可能造成行车事故,进而导致人身伤亡和重大设备损坏等后果。

4.1.4 本条依据《供配电系统设计规范》(GB 50052—2009)并结

合铁路特点制定。

二级负荷供电要求的关键是其 6 kV 及以上系统的线路故障时,能快速恢复供电。基于此,当采用电缆作为电源线路时,要求其具有备用电缆或等效的备用关系,以便能在短时间内重新接通电路。两回及以上电源线路的变电所,并且其高低压至少一侧设置了联络时,显然等于具备了高压线路互备条件;引接在贯通线路、环网线路、其他双端供电线路的变电所,由于均属于双向供电线路,则等效具备双回电源线路条件;架空线路因便于快速修复,故当为专用线路时,可为一回。

4.2.1 优先采用外部电源既可以提供更加充裕的供电能力,又是社会总体资源配置合理性的需要。电力牵引供电电源的利用目前受制于投资渠道和电网公司的政策性限制,在非技术层面存在一定的应用困难问题,当引取外部电源特别困难时,需采用一事一议的方式解决。自备电源包括柴油发电机、太阳能发电、风能发电、分布式燃气冷热电三联供发电系统等,这些技术都在铁路工程中有所应用。因此,铁路供配电系统的电源种类已具备多样性,因地制宜选取更合适的电源成为可能。

4.2.2 利用牵引变电所的一次侧电源,主要需注意两方面的问题:一是当电力变压器容量较小时,由于牵引供电电源的一次侧至少是 110 kV,则电力变压器的一次电流过小,对保护整定和保护的准确动作不利;二是牵引供电电源与电力外部电源的投资渠道和建设模式通常不同,利用牵引供电一次侧电源可能不会被供电方所允许。

根据工程实践,电力牵引的二次供电电源(包括由接触网接引的情况)电压波动大、谐波含量高,使用该电源会对用电设备带来不利影响。虽然电源净化装置能有效改善电源质量,但其投资高,容量大时质量不够稳定,运行经验少。较好的解决办法是分类使用,对电源质量敏感的中小容量用电设备通过电源净化处理后供电,其他设备(例如道岔融雪装置)经变压器直供。

由接触网接引电源,还需要考虑相关企业运营管理的规定,将

确保安全作为实施的前提。

4.2.4 “分布式能源系统”是设置在用户端,以资源、环境效益最大化为原则对能源加以梯级利用的系统,目前在铁路的应用主要有冷热电联供系统。

4.2.6 柴油发电站与外部电源并网时,对电网存在一定的安全和可靠性的影响,故一般采用与外电切换的方式为设备供电。

柴油发电机必须经过一定的启动时间后,才能开始稳定供电,这样当用其实现不间断供电时,就需要提前并入电网,同步运行。

4.2.7 当用户自备发电系统并入公网时,将对公网和内部配电网同时带来一系列的技术影响。其中有些影响甚至是涉及电力网络可靠性和安全性的,各地因此对其有不同的规定。故设置该类型的系统不仅需要考虑技术因素,还要考虑政策因素,通过综合研究方能确定设计方案。

4.2.8 专盘专线电源因不受其他用户影响,能进一步提高铁路配电所的供电可靠性,有条件时是优先考虑的设计方案。但由于我国地域广阔,情况复杂,各地供电条件不同,并不能保证各供电点均能获得专盘专线电源,故不作硬性规定。

电力贯通线路由于是双向互备的供电形式,故要求相邻两配电所电源之间符合双重电源条件。当其中至少一个配电所为双重电源时,能提高相邻区间的供电可靠性。

4.2.9 对铁路变、配电所而言,负荷的分散性造成了三级负荷不容易集中切除这种状况,调度过程相对复杂,故每路电源能满足全部负荷供电是更为理想的目标。

4.2.10 根据《供配电系统设计规范》(GB 50052—2009)制定。

4.2.11 根据《供配电系统设计规范》(GB 50052—2009)制定。

绝对的可靠意味着投资的无限增大,工程建设亦不能无视经济效益,故不应按电源故障叠加考虑设计方案。

4.2.12

2 供电网络中独立于正常电源的专用的馈电线路是指保证

不与正常电源同时中断供电的线路,且只做应急之用,不同时负担其他负荷。

3 将蓄电池用作后备电源,比较通常的做法是设置以电池为核心的成套设备,如符合《逆变应急电源》(GB/T 21225)的逆变应急电源(EPS)或符合《不间断电源设备》(GB 7260)的不间断电源设备(UPS)。

4 独立于正常电源的其他电源常见的主要有用户建设的太阳能发电设备、热电联产设备等。

4.2.14 目前铁路绝大部分外部电源采用的是 10 kV 电源,具有投资较小,容易接取的优点,但电源线路过长的情况也比较常见。这时如果负荷又相对较大,往往供电能力受到限制,供电质量及可靠性也相对较差。这种情况下,采用 35 kV 或以上电源,将能有效提高供电能力,且电价较低,可节约运营成本,具有较大的发展空间。变压器安装容量过大时,采用 35 kV 及以上等级的铁路变电所,既能解决工程需要,又留下了一定的发展空间。

此外,部分地区正以 20 kV 系统逐步代替 10 kV 系统。因此,铁路供配电系统根据外部电源情况,亦可接引 20 kV 电源等级。

4.2.15 采用 10(20、6)kV 配电电压技术经济比高,相关设备成熟,运行经验多,故应优先采用。

配电线路(如贯通线)过长,是偏远地区铁路会遇到的问题。例如铁路通过亘长过百公里的沙漠、大山区、无人区等地段,沿线均无取得外部电源的条件,而区间又有均布的用电负荷,需要设置贯通线等纵向配电干线进行供电时,受 10(20、6)kV 配电系统的供电能力限制,采用 35 kV 线路通常在技术上能满足用电需要,经济上相对合理,故是个可行的解决方案。

4.3.2 通常各地电力部门对用户引入的 10 kV 外部电源都有容量的限制,常见的在 5 000 kV·A~10 000 kV·A 不等,个别情况下允许超过 10 000 kV·A,故本条要求铁路 10 kV 配电所供电的变压器最大安装容量不宜超过 15 MV·A。20 kV 的电源尚不

普遍,未形成容量限制的经验数据,故不作规定。

4.3.4 双线铁路自动闭塞区段包括高速铁路。根据铁路工程建设和实际运行情况,电力贯通线路供电对象已不再严格按照是否为信号设备供电进行划分,但一级负荷电力贯通线路原则上作为通信、信号设备的主用电源。

铁路沿线区间常见负荷大多只有几十千瓦,部分可达到一百千瓦左右,例如通信、信号、防灾及其辅助设备,隧道照明设备,较短隧道的通风设备,接触网开关设备,警务区和岗亭等,这类负荷都属于中小负荷。

4.3.5 有的城际铁路车站间距短,对车站采用集中供电可能是个合理的选择。这种情况下,区间供电负荷都比较大,区间馈线采用设置调压器且正常情况下单端向全区段供电的贯通线路可能不合理,故可以采用双环网线路这种形式。环网线路正常情况下,由两端变、配电所同时向区段中间供电,在区间中部合适位置设置环网开关形成断开点(手拉手)。

4.3.6 本条文原则上规定了 10(20、6)kV 贯通线路距离确定的原则。配电所间距长度需要根据负荷分布情况、贯通线截面和压降计算、运营抢修时间等因素综合确定。根据工程建设和运营经验,10 kV 配电所一般条件下按 40 km~60 km 确定。受车站分布和电源条件影响时,个别的会延长到 70 km。因为在这个距离下,10 kV 导体截面可控制在 $35\text{ mm}^2\sim70\text{ mm}^2$ 之间,个别需要加大到 95 mm^2 ,总体上看经济性较佳。另外这样确定贯通线配电所之间的距离与工区设置的距离也基本是一致的,是为了合理限制抢修车程的需要。

对于电源匮乏或存在其他特殊困难,配电所必须延长间距时,要根据工程具体情况确定合理方案。例如通过贯通线供电不考虑双向互供而在中间开口的方式缩短供电臂长度,提高电压等级到 35 kV 以加大输送距离等。

4.3.7 由于区段站、编组站、客技站及规模较大的段、所、场二级

负荷较多,采用环网供电既能满足供电要求,又便于独立切除故障线路段,能使供电灵活、节约投资。

4.3.8 根据运行经验,装设在杆架式变电台等敞开式变电所上的远动设备,容易受气候影响而发生误动、拒动等问题,进而影响行车,并且需要给远动终端等电子设备提供少受气候影响的运行环境,故重要铁路受远动监控的一级负荷变电所不宜采用敞开式。

4.3.9 贯通线路的形式主要分为架空与电缆混合线路,全电缆线路两种。通常全架空线路是很难实现的。

架空与电缆混合线路是指具备架空条件的段落均采用架空线路,其余部分采用电缆线路。架空线路易受气候影响,但造价低,便于抢修;电缆线路造价高,维护不如架空线路方便,但具有全天候特点,能更大限度地抵御冰雪等自然灾害,适用于对供电可靠性更高的项目。

有的工程会根据铁路等级和区间重要负荷的分布情况采取折衷的方案,即一条贯通线采用全电缆线路,另一条采用混合线路。

4.3.10 本条系参照现行电力行业标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》(DL/T 620)、原铁道部建技[2009]85号《关于印发〈贯通线接地方式及应急备用电源设置方案标准研究〉科研成果评审意见的通知》、铁建科字[2006]8号《关于印发〈10 kV 电力电缆与信号电缆之间的平行间距研究〉科研成果评审意见的通知》、湖北省科技厅鄂科鉴字[2008]第 81403089 号《关于印发〈高速铁路电力关键技术研究〉科研成果评审意见的通知》等科研成果及原铁道部运输局运技装备[2009]56号《关于统一客运专线电力供电系统接地方式的通知》等文制定的。

4.3.11 消弧线圈属于串联电抗器,以 Y 形结线接于中性点,主要用于补偿接地电容电流,使之小于产生电弧的值,从而消除弧光过电压,亦可起到消除瞬间单相接地故障的作用。由于调压器中性点补偿容量需按一定比值小于调压器容量(例如 50%),为满足接地补偿需要,可能会因此加大调压器容量,从而增加基本电费。

采用接地变压器构成中性点,可以消解调压器容量和补偿容量之间的矛盾。

关于配电网络中性点接地方式,目前国内外高压配电网络普遍以消弧线圈接地和低电阻接地方式为主。比如德国、法国、俄罗斯等国采用消弧线圈;美国采用低电阻接地方式;我国北京、天津、上海、广州、深圳等特大城市采用低电阻接地方式为主;其他城市一般采用消弧线圈接地。据调查,采用能够准确自动选线的消弧线圈接地,架空线系统可减少 63% 的跳闸,电缆系统减少 17.6% 的跳闸。因此,从减少单相瞬时接地跳闸的次数而言,架空线系统应该采用小电流接地,而电缆系统宜采用低电阻接地方式。以电缆为主的两回贯通线路采用低电阻接地既可保证供电可靠性,又可保护供电线路及供电设备,因此宜采用低电阻接地方式。

4.3.12 目前分段开关主要采用能有载开合线路的设备,例如负荷开关。与过去设置隔离开关相比,具有更高的操作效率,也更适合实现远动。设置分段开关,主要是为了能通过调度作业快速切除故障线路,缩小故障影响范围,其次是临时改变运行方式的需要。

贯通线路分段开关设置间距的原则是在线路故障和抢修期间,可以快速恢复对行车有直接影响的信号等设备的供电。具体设置的间距,是按这类用电设备的分布间距确定,不同铁路有所不同。间距最长的为普速铁路,车站及信号楼的间距通常在 10 km~15 km 之间。所以目前惯行的做法是分段开关最大间距不超过 15 km,以保证在切除故障线路后,所有重要信号设备能在线路抢修期间就恢复供电。同时,在采用开合法查找故障段时,可缩短故障判定距离。

在不同产权或管辖单位的管理分界处分别设置分段开关是管理的需要,这样当其中一方进行线路作业需要断开线路时,不必委托对方进行操作,从而提高了工效。

4.3.13 本规范开闭所是指无外部电源,连接在线路上起改变线

路接线和运行方式作用的铁路电力设施。

贯通线路等重要电力干线与其他有源的电力干线相联络,并在联络处设置切换开关,是既提高该有源线路供电可靠性又节省投资或便于管理分界的一个比较典型的做法。比较常见的情形例如:两条铁路之间的联络线区间,往往有数量不多但很重要的负荷,这些负荷不在贯通线路的低压供电半径之内。如果为这些负荷设置一段两端均有变、配电所的贯通线路,经济上很不合理。在这种情况下,在联络线上设置一段联通两条铁路贯通线的电力线路,正常情况下由其中的一条贯通线主供,主供线路停电时,通过操作切换开关临时改由另一条贯通线路供电,在比较经济的前提下较好解决了联络线供电可靠性问题。切换开关纳入远动系统监控,更便于实现线路的快速切换。

4.4.1 各级电压的允许偏差,系根据《电能质量 供电电压偏差》(GB/T 12325—2008)制定。

需注意本条与 4.4.2 的区别。本条规定是指供配电系统与用户电气系统联结点处应达到的电压质量水平,其目的是使各级配电系统的供电电压得到基本的保证。4.4.2 是指对具体用电设备端电压偏差的要求。

“供配电系统非正常情况”主要是指备用电源投入、跨所供电、环网闭合供电等典型的非正常运行状态。

4.4.1 和 4.4.2 在计算电压偏差时,均需要考虑采取补偿、调压等措施后的调压效果。

4.4.2 本条系根据《供配电系统设计规范》(GB 50052—2009)制定,并针对铁路特点增加了桥梁和隧道照明内容。需注意与 4.4.1 的区别。

4.4.6 参照《国家电网公司电力系统电压质量和无功电力管理规定》(国家电网生[2009]133 号)中“100 kV·A 及以上 10 kV 供电的电力用户,其功率因数宜达到 0.95 以上。其他电力用户,其功率因数宜达到 0.90 以上”制定。同时,考虑内部节能需求,提高了

低压补偿功率因数标准。

对功率因数的考核,通常以外电电源接口处的数值为准。为长电缆线路供电的变、配电所,为了简化系统,节省投资,往往只设有感性补偿装置而不再设置容性补偿装置。在这种情况下,需要低压系统的感性无功负荷不可反应到高压系统。有关研究表明,当铁路低压系统的功率因数达到 0.95 及以上时,相应的高压系统即使不再进行容性补偿,基本也能达到电源接口处功率因数不低于 0.9 的标准,故规定了该情况下低压系统功率因数 0.95 及以上的差异化要求。

4.4.8 电缆线路产生容性无功电流,除了造成功率因数降低外,当线路达到一定长度时,还可能造成线路电压升高、单相接地时形成弧光过电压等危害,因此对长电缆线路采用电抗器补偿。

1 固定电抗器补偿一般采用欠补方式,在电源接口处不一定能满足供电方对用户端功率因数的要求。动态补偿装置作为叠加补偿,可以将功率因数调整至需要的范围。但动态补偿装置设于调压母线时,受上下级保护整定配合的限制,其容量不能超过调压器。

2 无功补偿电抗器主要分为串接在电容回路用于限流加滤波和用于补偿容性无功电流两种。本款所指为后者,属于并联电抗器,以 Y 形结线接于相间。其作用是补偿线路和负载产生的容性电流,降低容性效应,改善系统功率因数。因之不同时用于补偿接地电流,故宜采用中性点不接地(Y)接线形式。

5.1.1 本章内容主要由对铁路变、配电所的特殊要求组成,故通用要求还应执行相关国家标准和行业标准。

5.2.1 关于所区高程,《20 kV 及以下变电所设计规范》(GB 50053—2013)的规定是“不应设在地势低洼和可能积水的场所”;《35 kV~110 kV 变电站设计规范》(GB 50059—2011)的规定是“宜在 50 年一遇高水位上”。出于人身安全和铁路运行秩序的考虑,本规范对各类变、配电所所区高程统一采用《35 kV~110 kV

变电站设计规范》(GB 50059—2011)的标准。其中 35 kV 地区或中心变电所、66 kV 及以上变电所、配电所所区地坪或基础台面高程进一步提高为“应在 50 年一遇高水位上”。

在工程中,有大量为较小负荷供电的铁路终端变电所,其中 35 kV 变电所也有这种情况,例如接在站馈线、贯通线的变电所和其他零星负荷点的变电所等。这类变电所均按 50 年一遇高水位选址是有困难的,也不是全有必要。这种情况下不低于由其供电的通信、信号等重要用电设施的室内地坪或基础台面高程更具有可操作性。

35 kV 变电所由于也存在小型终端变电所,故在本条进一步提高要求的规定中界定为“地区或中心变电所”,这类变电所主要是指除了小型终端变电所以外的 35 kV 变电所,通常是外部电源的接入点或一定范围内的主变电所,相对重要性高,例如在一个铁路地区内的总降压变电所或在一个较大的负荷区内的总变电所等。

5.2.2 参照《火力发电厂与变电站设计防火规范》(GB 50229—2006)第 4.0.4 条,消防车道净宽和净空不小于 4.0 m。

5.2.3 本条量化要求根据《35 kV~110 kV 变电站设计规范》(GB 50059—2011)制定。

5.2.5 所区内建筑物布置,节约用地需要在满足电气设备安全净距、运行操作和消防等要求的前提下设计。对于山区地势狭窄的情况,若强求布置在同一水平,需要增加大量土石方工程。当坡度超过 5%~8%时,采用阶梯形布置是比较可行的方法。

5.2.6 参照《35 kV~110 kV 变电站设计规范》(GB 50059—2011)第 2.0.8 条制定。

5.2.7 本条规定主要是考虑安全。铁路站房等多层及高层建筑人员多,造价高,一旦发生火灾,造成的危害和损失严重。根据运行事故统计,油断路器造成爆炸或火灾事故都有记录。同时,主体建筑内的变压器和高压断路器采用具有非燃性能的,如干式或六

氟化硫变压器、真空或六氟化硫断路器,还能大大降低对保养和维护的要求。

5.2.8 量化要求执行国家标准。

5.3.1 如何具备贯通线跨所供电能力,需要根据工程项目的具体情况进行设计。一般做法是调压器容量的选择能满足两个贯通区段的供电需要,并且结线、控制和保护方案具备通过倒闸作业联通相邻贯通区段线路的条件。如果上下行相邻配电所电源均比较薄弱,则调压器容量需要满足不少于三个贯通区段供电的需要。

当贯通线路采用不接地系统时调压器增设旁路开关,其目的在于当调压器故障或检修时,通过旁路开关可向贯通母线直配供电。

设置三级负荷母线段是为了一路电源停电或一台变压器退出运行,且供电能力不能满足全部负荷需要时,便于快速集中切除三级负荷。

有的后备电源是设置在用电设备附近的,而“变电所设有后备电源”是指该电源作为变电所电源之一的情形。这时将受该电源支持的负荷配电回路集中设置为重要负荷母线段,并与后备电源联络,可以避免主备电源均失压时逐个切除其他负荷,实现快速、简单的电源切换。

5.3.2 与《20 kV 及以下变电所设计规范》(GB 50053—2013)、《35 kV~110 kV 变电站设计规范》(GB 50059—2011)的规定一致。

5.3.3 与《20 kV 及以下变电所设计规范》(GB 50053—2013)第 3.3.1 条一致。变压器的台数一般根据负荷性质、用电量和运行方式等条件综合考虑确定。

5.3.4 采用 D,yn11 结线组别的主要原因是:有利于对上级电网隔离三次及其整倍数的高次谐波;有利于单相接地故障的切除;提高容纳单相不平衡负荷的能力。

5.3.5 有些铁路变压器仅用于满足二次侧高压配电需要,无低压配出,故这种情况下,需另设所用变压器。

5.3.6 这样规定主要是为了提高安全性,降低火灾风险。其中室内所用变压器大多安装在柜内与配电柜同处一室,而配电柜已无油化。

5.3.7 变、配电所用蓄电池组的容量由原规定的“全所事故停电 2 h(无人值班时 4 h)的放电容量”降低为全所事故停电 1 h(无人值班时 2 h)的放电容量,系根据《35 kV~110 kV 变电站设计规范》(GB 50059—2011)制定。

5.3.8 参照《35 kV~110 kV 变电站设计规范》(GB 50059—2011)第 3.2.7 条及《20 kV 及以下变电所设计规范》(GB 50053—2013)第 3.2.11 条制定。合用隔离开关的规定也适用于气体绝缘金属封闭开关设备。

5.3.9 采用 GIS 能有效节约用地,减少资源占用,增强防护性能,但造价高,故选址困难、环境特别恶劣地区 110 kV 配电装置可采用 GIS。

5.3.10 参考《20 kV 及以下变电所设计规范》(GB 50053—2013)第 4.1.1 条的原则,结合铁路工程习惯做法和运行经验制定。

5.3.11 箱式变电站的运行环境优于敞开式变电所,通过配套设备的合理配置,能在相当程度上保障设备全天候正常运行,但总体上运行环境劣于室内变电所,故对于符合 5.3.10 的条件但在出线回路较少、受场地或投资条件限制无法建设室内变电所时采用。

5.3.12 根据对运营单位要求的统计分析,普遍希望增加此类隔离电器,以有利于检修时的安全。

5.3.13 与《3~110 kV 高压配电装置设计规范》(GB 50060—2008)第 6.0.1 条一致。

5.3.14 与《3~110 kV 高压配电装置设计规范》(GB 50060—2008)第 6.0.2 条一致。

5.3.15 与《3~110 kV 高压配电装置设计规范》(GB 50060—2008)第 6.0.4 条一致。

5.3.16 参照《火力发电厂与变电站设计防火规范》(GB 50229—

2006)第 11.3.1 条制定。

5.3.17 参照《民用建筑电气设计规范》(JGJ 16—2008)第 4.6.3 条制定。

5.3.18 与《20 kV 及以下变电所设计规范》(GB 50053—2013)第 4.2.6 条一致。

5.3.19 这样规定是为了便于值班人员巡视检查室内配电装置,并可在室内通过玻璃窗,随时观察室外电气设备的运行状态,以便及时发现异常现象,立即采取措施,防止设备事故发生与扩大。

5.3.21 有的变、配电所相邻区域有便于利用的上下水等设施,例如与主体建筑合建的变、配电所并且能够方便取得水源,这种情形也视为具有上下水保洁条件。

5.4.1 根据运营单位运行经验,单杆变电台最大容量由原规范的 10 kV·A 修改为 30 kV·A;增加杆架式变电台引下线相关要求;杆架式变电台温湿度环境差,难以保障远动终端等电子信息类设备的正常工作,故不宜装设在变电台上。

5.4.2 箱式变电站基础通风口底高程应高于室外场坪高程 100 mm~150 mm 是为了防止地表水流进基础内部。

对于一台变压器供电单元故障时,不得影响其他变压器供电的要求,通常采取的措施是:在变压器及其供电单元之间设置可靠的物理隔离,除非发生破坏力极大的事故,否则在一台变压器故障时,不会波及其他变压器而导致不能供电。

远动终端等电子信息设备容易受环境温湿度影响而不能正常工作,需要采取调节措施。调节措施主要包括改善通风、加强隔温隔湿、装设温湿度调节设备等,设计时需因地制宜,故只作原则性规定。

5.5.1 本条提出了变电所控制保护设置的一般性原则。视频监控可为无人值守创造条件。

5.5.2 本条用于明确变、配电所微机保护测量单元设置的基本配置要求。

5.5.3 变、配电所电源引入处要求设置专用计费装置是大部分地区的惯例。

5.5.4 局部修改条文,增加贯通线路低电阻接地系统保护装置设置要求,变压器瓦斯及温度保护的作用对象。

5.5.5 参照《35 kV~110 kV 变电站设计规范》(GB 50059—2011)第 3.10.6 条制定。

6.1.1 本标准是对铁路电力远动系统基本的和通用的规定。由于该系统的设计较多地涉及管理机构组成、运营维护模式等方面的因素,不同企业有一定的差异性,故应结合运营管理需要进行设计。

6.1.2 为进一步提升铁路供电的可靠性和可维护性,逐步提高铁路运营管理水平,作此要求。

6.1.3 远动系统不同于其他系统,除了需要系统稳定、安全可靠、经济适用外,还因为随着铁路的发展,对扩大其监控范围,扩展软、硬件需求相对较为频繁。这要求系统的软硬件具有较好的开放性,并预留扩展条件,便于扩展。

6.2.1 根据铁路电力特点及多年运行经验,提出铁路电力运动系统组成要求。当监控主站设在上级管理部门例如铁路总公司的铁路局时,其下属维修管理机构设复示终端,将便于了解和掌握现场电气设备运行状况、及时维护和抢修电气设备。

6.2.2 关于铁路电力远动范围,各铁路企业因机构设置和管理模式不同等原因,通常会有不同的要求。以下列举的案例,是某企业比较典型的电力远动范围:

1 10(20、6)kV 配电所,35 kV 及以上站、段或地区变电所,其他含有大量一级负荷的地区变电所的高低压配电设备、无功补偿设备、中性点接地设备、操作电源等。

2 通信信号室内变电所、箱变中与行车密切相关的高低压配电设备。

3 杆架式变电台通信信号回路,贯通线的分段装置。

4 能够影响重要变配电设备正常运行且所在地未设置 BAS 的通风、空调等辅助设备。

5 站房变电所的高压配电设备,操作电源,低压配电总开关、母联,临时故障下需要快速恢复供电的回路等。

6 有远动通道条件的工区、站段、道岔融雪等其他变电所。

7 高铁及客专有便利通信条件的其他变电所或管理有要求的其他铁路的变电所的高低电压设备。

6.2.3 根据监控主站软硬件处理能力,电力监控主站可按多条铁路线集中设置,有利于节约投资,在确定主站的处理能力时,尽可能预测好需求发展,避免重复建设;监控主站的主要设备冗余配备是指数据服务器、通信管理机等重要设备。

6.2.5 结合近几年铁路通信技术的发展,铁路通信数据网承载远动通道业务,技术先进、经济合理。

6.2.6 电力远动系统只有具备遥控、遥测、遥信、遥调的基本功能,才能实现远程监控管理,为无人值守创造条件。在实际设计中,电力远动系统的功能一般通过系统设计和提出产品技术条件和要求实现,比较典型的要求如:

1 对模拟量、数字量、脉冲量、状态量及远动系统需要的其他数据的采集,比较典型的有下列内容:

- 1) 各母线段的电压。
- 2) 各断路器的状态、分合闸控制,各开关位置(或手车位置)信号,高压熔断器熔断信号,重要低压开关的故障跳闸信号,双电源切换开关的状态。
- 3) 开关储能信号, SF₆ 开关压力信号。
- 4) 各馈出回路的电流、有功电能(无功补偿回路设无功电能)。受电回路除了馈出回路的信息量外,还要含无功电能、功率因数、有功功率。
- 5) 保护动作信号、异常信号、保护投停、备用电源自投装置投停、重合闸投停、操作和控制电源的状态。

- 6) 通信状态。
- 7) 变压器、调压器的温度,调压开关的状态。
- 8) 补偿设备、接地设备状态和故障信息。
- 9) 操作电源主要交、直流开关状态,故障信息。
- 10) 智能远动箱变的操作电源、火灾报警、箱门状态、箱内温度、设备空调等信息。

2 控制远动范围内高低压开关的分合,完成对变压器有载调压分接头位置和保护设备及自动装置整定值的调整。

3 远动终端、复视终端至监控主站的数据传输,监控主站、综合调度中心与其他系统的通信,通道故障统计和报警、通道主备切换等功能。

4 进行数据合理性检查和处理并具有灵活的计算功能,计算电网有功功率和无功功率、计算功率因数、计算有功电能量总和及越限报警等。

5 记录遥测数据并可选择存储间隔,记录遥测越限、遥信变位事件、事件顺序(SOE)记录,记录遥控、遥调等操作,具有方便的历史数据统计和查询功能。

6 当断路器事故变位或出现其他预告信号时,产生具有声光效果的报警信息、自动推出报警画面,并具备事故追忆功能,能按电压等级,变、配电所,事件等对报警信息作分类检索。

7 贯通线路故障区段定位、隔离,非故障区段恢复供电功能。

8 统一系统时钟的功能,主站应能接收全球定位系统(GPS)的标准时间信号,并以此同步主站系统内各计算机的时钟;主站应具备下行对时功能,向不具备当地 GPS 的远动终端发送对时信号。

9 人机交互:

- 1) 显示的画面类型宜包括供电系统地理接线图和电气接线图,10(20、6)kV 配电所、35 kV 及以上变电所一次线图,系统运行工况图,24 h 电流、电压、负荷等曲线图,各

类报表等,并能实现网络拓扑动态着色,支持画面拷贝。

- 2) 显示的数据类型宜包括 10(20、6)kV 配电所、35 kV 及以上变电所和远动范围内的 35/0.4 kV、10(20、6)/0.4 kV 变电所各监控回路实时数据,最大/最小值及必要的历史数据,各类事件记录等。
- 3) 可进行的操作应包括发送遥控,各类替代操作、置入操作。
- 4) 报表定时打印、召唤打印、异常及事故打印、事故顺序记录打印。

10 WEB 服务功能,监控主站外的工作站按其权限可以通过标准浏览器浏览远动系统相应的实时和历史的数据、画面、报表等。

11 存储、查询、显示各远动终端的故障录波数据的功能。

7.1.1 本章按不大量引用国家标准的原则,对架空线路设计与铁路相关的要求做了重点规范,通用要求均引向相应的国家和行业标准。本规范在铁路电力线路设计层面,适用到 35 kV。对于与铁路交叉和接近的电力线路,尽管其超过 35 kV 部分的设计工作并不在本规范适用范围内,但与铁路的相互关系却是工程建设中需要作为约束要求而考虑的问题,故给出了相关安全规定。

7.1.3 电源线路、长距离线路升级改造工程量较大,并容易引起过渡工程,故明确规定这类线路设计时如何考虑发展需要。

7.2.2 架空线路与城镇环境和规划相协调的方法,一般是待当地规划等有关部门审核出具意见后实施。

7.2.3 “35 kV 架空线路不宜通过国家批准的自然保护区的核心区和缓冲区”是根据《66 kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061—2010)而定。

7.2.6 两回铁路电力贯通线路如果设置在铁路的同一侧,由于必须相互保持距离,径路走廊加宽,往往增加占地,故要求分设在铁路两侧。

7.3.1 本条根据《66 kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061—2010)和铁路实际工程惯例而定。

7.3.2 本条制定的标准是根据《66 kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061—2010)和铁路实际工程惯例而定。对树木的砍伐不包括对树木的修剪。

7.3.3 35 kV 及以上导线采用经济电流密度是节能的要求和需要。

7.3.7 说明表 7.3.7 是一组铁路架空线路最常采用档距的典型数据,习惯做法是在这些数值中进行首选,然后再进行校验。

说明表 7.3.7 铁路 35 kV 及以下架空线路惯用档距 单位:m

区域	线路电压					
	35 kV		3 kV~10 kV		3 kV 以下	
	档距范围	首选档距	档距范围	首选档距	档距范围	首选档距
市区	100~150	100	45~50	40	40~50	40
车站地界内; 位于市区的 区间地界内	150~200	150	50~80	65	40~50	45
郊外区间;郊外	150~300	200	50~100	80	40~60	50

注:1 高低压导线共杆架设时,档距按最低电压级确定。
2 架空绝缘线的档距亦参照本表确定。

7.3.8 10 kV 及以下架空电力线路绝缘线耐张段长度系参照《架空绝缘配电线路设计技术规程》(DL/T 601—1996)第 7.6 条制定。

本条其他数值与《66 kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061—2010)相同。

7.3.10 架空导线在采用非水平排列方式下,杆塔上要有足够的垂直线距和水平位移,方能满足导线与地线或导线之间在不同期脱冰时静态和动态接近的电气间隙要求。静态接近垂直距离不能小于操作过电压的间隙值;动态接近距离不能小于工频电压的间隙值。因此,在重覆冰区这种排列会增大对横担、杆高的要求,水平排列能兼顾技术性和经济性。

7.4.3 有机复合绝缘子具有重量轻、耐污闪性能好,可有效降低线路污闪掉闸率,近几年在电力系统中已有一定应用。但由于质量的差异,实际工程也有一些劣化较快的反映,设计选用时还需要注意甄别。

关于绝缘导线的绝缘子问题,目前尚无明确的国家标准,故本规范暂不做出相关规定。实际工程多采用与裸导线相同的绝缘子,国标图集亦是如此,例如《6~10 kV 铁横担架空绝缘线路安装》(99D 102)和《10 kV 及以下架空线路安装》(03D 103)所采用绝缘子均为 P-15(10)T。绝缘导线采用与裸导体相同的绝缘子,问题主要集中在绑扎方式上,绑扎部位容易出现绝缘材料破损。这个问题可由设计决定采取一定的措施加以解决,例如有在绑扎处加装绝缘胶布后再绑扎的方式或采用带固定抱箍的复合针式绝缘子等。部分企业也有针对绝缘导线的企业标准和产品可供选择。

7.5.1 采用定型产品和工厂预制产品,利于工程质量的控制。现场组装类型的杆塔适于人力搬运到无法机械化运输和作业的场所。

7.5.3 铁路 35 kV 及以下架空线路通常首选预制定型电杆产品。但出于特殊地段的结构安全需要,或受现场运输等条件限制,或规划有要求时,才采用铁塔或钢管杆。由于低电压等级架空线路很少采用这类杆塔,相关标准主要指向 110 kV 及以上等级的架空线路。铁路有特殊需要采用这种杆塔时,参照这些标准进行设计亦是可行的。例如可供参照且不限于此的标准主要有:

《输电线路铁塔制造技术条件》(GB/T 2694)、《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》(DL/T 5154)、《架空输电线路钢管塔设计技术规定》(DL/T 5254)、《架空送电线路钢管杆设计技术规定》(DL/T 5130)等。

7.5.8 式 7.5.8 系根据《66 kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061—2010)制定。

7.6.1 隔离电器可理解为具有明显表达电源切断状态的这种特

征的各种开关电器、连接触头等。本条规定是为了铁路电力工作人员在维修、故障测定或更换设备之前,能提供在现场可视的安全隔离和管理分界条件。

7.6.2 分支处设置的保护是为了分支线路故障不波及干线线路。

7.7.2 《110 kV~750 kV 架空输电线路设计规范》(GB 50545—2010)的 3.0.7 条规定“……输电线路与主干铁路、高速公路交叉,应采用独立耐张段”。考虑到进一步保障安全的需要并不致投资显著增加,本规范将之扩展到所有电压等级的架空线路。

7.7.3 电力架空线路与铁路交叉或接近的要求主要根据《66 kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061—2010)、《110 kV~750 kV 架空输电线路设计规范》(GB 50545—2010)、《±800 kV 直流架空输电线路设计规范》(GB 50790—2013)、《1 000 kV 架空输电线路设计规范》(GB 50665—2011)等国家标准制定,并参照了原铁道部《关于特高压交直流输电线路跨越铁路有关标准的函》(铁建设函【2009】327 号)、《关于特高压交、直流输电线路跨越铁路有关标准的函》(国家电网特【2008】1234 号)和《关于印发〈国家电网公司输电线路跨(钻)越高铁设计技术要求〉的通知》(国家电网基建【2012】1049 号)等进行制定。

关于电力架空线路与铁路交叉处的加强措施“双固定、双挂点、双联串等”,“双固定”主要是指每条导线采用两个针式绝缘子固定,其上并联导线加强线条;“双挂点、双联串”主要对应悬垂绝缘子,有“双联 I”和“双联 V”等串型,500 kV 及以上线路并采用双挂点。

独立耐张段主要根据工程现场实际确定,跨越位置条件允许时,一般首选“耐一直一直一耐”方式。其他典型做法还有“耐一直一耐”、“耐一直一直一直一耐”、“耐一耐”等方式,其中直线杆塔以不超过 3 基为宜。

不同型号的架桥机高度不尽相同,无法掌握确切数据时,一般按 14.6 m 的架桥机高度推算能满足各型架桥机的要求。

架空线路在灯桥、门型吊车、卸煤机等铁路设施上方跨越时,考虑这些设施顶部亦可能有人员活动,且活动频率类似于交通困难地区的人员活动,故规定其导体与上述设施的最小垂直距离,应参照相应的导体对交通困难地区对地距离的国家标准确定。

8.1.1 本章对铁路 35 kV 及以下电力电缆线路的设计进行了规定,未包括 35 kV 以上电力电缆线路的设计规定。

8.2.1 包括以下相关各条款在内,铁路电缆(导线)线路采用的导体,系参照《电力工程电缆设计规范》(GB 50217)的相关规定的原则,并结合铁路需要制定。

8.2.2 目前铝合金电缆渐趋成熟,已经克服了纯铝电缆易氧化、易蠕变的缺点。当有色金属在电缆成本所占比重越大时,与铜芯电缆相比投资节省越明显,故本条作出关于采用铝合金电缆的引导性规定。相应国家标准《额定电压 1 kV($U_m=1.2$ kV)到 35 kV ($U_m=40.5$ kV)铝合金芯挤包绝缘电力电缆》(GB/T 31840)已于 2015 年 7 月 3 日发布。

1 当架空线路采用铝导体时,铜导体电缆避免不了与架空导线铜铝过渡连接问题。这种情况下采用铝导体或铝合金导体电缆,在连接点问题上更有技术优势。

2 这是针对本应采用铜导体的电缆线路进行技术经济优化的一款规定。即使经济优势明显,涉及防火、消防、危险场所和其他人身安全的铜导体线路也不能由铝合金电缆替代,故规定可替代范围仅现定于“不涉及安全”。

8.2.3 铜导体在供电可靠性和安全性方面仍然是最有优势的导体,故作本条规定。

8.2.4 铜导体连接性能稳定,不易氧化打火,对预防火灾有较大作用,故对本条所指火灾隐患相对较大的场所作如此规定。

8.2.5 载流量较大时,单芯电缆比多芯电缆更有助于减小弯曲半径和降低敷设难度。

同等载流量时,单芯电缆的可运输长度更长。如果负荷间距

小于电缆可运输长度,能避免出现中间接头,提高供电可靠性。

8.3.1

5 坡脚是位于排水沟内侧的径路,通常有一定的宽度,利于电缆布设。但区间电缆敷设在排水沟内侧时,路基下来的水会先漫过电缆沟,所以不需占用农林田地和其他设施位置时,在排水沟外侧、铁路界以内敷设更为合理。另外还有护栏的影响。电缆敷设在护栏以内,可提高安全性,并减少额外占地,但护栏内一般属于严格管控区域,准入条件严格,在一定程度上影响故障抢修效率,故护栏内的电缆可以设计独立切除故障段的条件,以减少系统恢复供电对抢修时间的依赖。

6 铁路隧道、大桥、特大桥多数情况下,具备预留电缆通道或搭载管线的条件,对此充分加以利用,可减少占地,总体性更优。如时速 200 km 城际铁路简支箱梁充分利用箱梁结构空间,最大限度地减小桥面宽度,双线箱梁的通信、信号电缆合槽设置在桥面上,电力电缆设置在箱内预留的电缆槽内。

8.3.2 关于电缆根数,当采用单芯电缆时,一个回路捆扎在一起的数根电缆可视为 1 根。

直埋敷设方式,一般较易实施,具有投资省的显著优点,仍有相当适用价值。同时,也要全面估价其适用的局限性。另外,由于电缆通常以聚氯乙烯或聚乙烯构成的挤塑外套,在酸、碱的腐蚀下会发生化学、物理变化导致龟裂、渗透,应予以防止。

穿管敷设,一般比沟道投资较省,且在避免电缆线路相互影响、提高安全性方面有明显优点。但散热条件不及沟道,其电缆载流能力相对稍差。由于管路路径适应性较好,施工工期短,作业面小,在城镇地下线路应用有较大发展。然而,有些情况下也并非较沟道等敷设方式具有绝对优势。

浅槽敷设,实质上是介于直埋与电缆沟之间的一种可供选择方式。我国南方地区由于地下水位较高,又需维持电缆线路有较高的防护外力损伤性能,较多应用浅槽敷设,实践证明能达到预期

成效。

综合管沟或隧道集中配置各类管线,可比分开配置占用较小的地下空间,尤其能避免道路反复开挖,又便于巡视检查和维修,具有显著的社会经济效益。

粉尘积聚、地面工业水流淌和受地面或地下管网、沟等限制的建筑物或厂房内,一般不宜采用电缆沟或地下敷设电缆,采用支承式架空敷设(参见《水泥技术》1990年第4期)更为适宜。

本条在排管内敷设不超过12根的规定,系参照《民用建筑电气设计规范》(JGJ 16—2008)的8.7.4条制定。

8.3.3 桥上电缆槽铺砂会随着桥梁的振动而逐渐流失,故要求采用铺装减振垫措施。

当桥梁设有声屏障时,如果电缆敷设在声屏障外侧,将给日常维护和抢修带来很大困难,故宜敷设在内侧。

8.3.4 隧道内敷设电缆要考虑的关键问题是防火、抗振、防腐、抗活塞风,本条是围绕这个原则制定的。

隧道内挂墙敷设的电缆当紧贴隧道壁时,一则易受潮湿影响加速劣化,二则易受活塞风和振动影响发生磨损和疲劳,故要求不应紧贴隧道壁敷设。具体离墙数值,与铁路运行速度和其他特征有关,也和支架设计有关(电缆离墙越远,越利于防潮防振,但同时增加支架稳定性设计的难度并提高成本),故工程设计上不作量化规定。其在某些验收标准中有量化规定,但其合理性尚需更多工程检验,故本规范不采纳这类参考数值。

8.3.5

3 电缆沟布置在路基排水沟内侧时,路基上的排水会首先漫过电缆沟,故需要在电缆沟的高程、盖板、排水孔等设计上采取适宜的措施,满足防水和排水要求。

8.3.6 过轨电缆需要承受轨道和基床、路基等压力,需要较高强度的管件防护。但防护强度不是一个定量,与埋深、基床或路基形式等诸多因素有关。根据工程经验,厚壁钢管除了防腐性无优势,

其强度是能够适应各种情况的;高强度 PVC 管在一定条件下满足,通过混凝土包封后,管道强度则等同于混凝土,实践证明也是可行的。

8.4.1 箱式安装是指将电缆中间头或终端头安装在封闭的柜内或采用成套对接和分支设备,这样做可以抬高电缆头的安装高程,利于防水,并且抢修方便,但需注意防盗和外力破坏。

8.4.2 电力电缆的金属层,是指金属屏蔽层、金属套的总称。对于既有金属屏蔽层又有金属套的电力电缆,金属层的接地是指二者均连通过地。电力电缆的金属层直接接地,是保障人身安全所需,也有利于电缆安全运行。

一般情况下交流系统中的三芯电缆,正常运行时金属层的感应电势影响可忽略,在两终端等部位以不少于 2 点接地时,不至于产生有明显不利影响的环流。但当电力贯通线与接触网或综合地线有大段平行时,接触网的电流或综合地线的回流,都可能在三芯电缆的金属层感应出较高的电势,在 2 点以上接地情况下形成环流,进而增加发热、损耗甚至烧坏电缆,故这种情况下要求按单芯电缆的方式接地。

8.4.3 60 V 是本规范采用的交流系统中人体接触带电设备装置的安全容许限值。它基于 IEC 61936—1 标准中所示人体安全容许电压为 50 V~80 V,按与其他铁路标准相一致的原则,推荐为 60 V。

8.4.4 缩短金属层连续长度,有助于减少感应电势的危害。根据武广客运专线试验段现场测试,牵引供电系统对电力电缆每公里感应值最大为 $8 \text{ V}/(\text{kA} \cdot \text{km}) \sim 10 \text{ V}/(\text{kA} \cdot \text{km})$,仿真计算结果为不大于 $20 \text{ V}/(\text{kA} \cdot \text{km})$,因此铁路贯通线路当金属层连续长度不超过 3 km 时,一般不会产生危险感应电势。而且沿线变电所分布的距离通常不超过 3 km,具备自然中断金属层的条件,故规定不宜超过 3 km。

9.1.1~9.1.3 因低压配电设计涉及的内容和标准较多,本规范

对基础性的规定均引用国家和行业相关标准。

《低压配电设计规范》(GB 50054—2011)适用于新建、改建和扩建工程中的交流、工频 1 000 V 及以下的低压配电设计。

《通用用电设备配电设计规范》(GB 50055—2011)适用于工业与民用新建和扩建工程的通用用电设备配电设计。

《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB 50058—2014)适用于生产、加工、处理、转运或储存过程中出现或可能出现爆炸危险环境的新建、扩建和改建工程的爆炸危险区域划分及电力装置设计。

《铁路工程设计防火规范》[TB 10063—2007(2012 版)]适用于新建、改建铁路工程防火设计。

《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)适用于厂房,仓库,甲、乙、丙类液体储罐(区),可燃、助燃气体储罐(区),可燃材料堆场,民用建筑,城市交通隧道等新建、扩建和改建的建筑。

9.2.1 这样规定是为了减少或消除冲击性负荷对照明和其他动力负荷的影响。冲击性负荷最直观的影响是照明闪烁、显示器图像变形、电动机转速不均,甚至使接触器释放、信息设备工作不正常等。《电能质量 电压波动和闪变》(GB/T 12326—2008)、《供配电系统设计规范》(GB 50052—2009)对此亦有规定。

铁路常见的冲击性负荷主要有电焊机,供电段、机务段的感应式试验设备等。

9.2.2 依据《供配电系统设计规范》(GB 50052—2009)作出的规定。

树干式配电具有结构简单,节省投资、维护工作量不大的优点。特别是近些年分支和接线器件的快速发展,与放射式供电相比,可靠性并无明显的降低。

配电干线采用电缆或导线有助于节省投资,但干线较长时,其负荷能力受到很大限制,并且分支工艺也不够可靠。故容量大时,采用安全可靠的密集型母线可能具有更优的技术经济性。

9.2.4 这样规定是为了建筑物内的电力设施在检修切断电源时,有明显的断开点,并能够就近观察到断点,以更便于确认安全。

常见的隔离电器主要有:

- 1) 隔离开关、隔离触头。
- 2) 插头与插座。
- 3) 连接片。
- 4) 不需要拆除导线的特殊端子。
- 5) 熔断器。

对应每台设备装设隔离电器或通断电流的操作电器的作用是:在维修、保养设备切断电源时,有明显的断开点;便于设备操作人员对电源进行开合,下班时切断电源,有利于防火而又不影响其他设备供电。

隔离电器非常有利于设备检修时的人身安全,但为每台设备装设隔离电器缺乏技术经济的合理性,实际设计也比较困难,为同一场所或相邻场所的用电设备装设总的隔离电器却有可行性,也能较合理地解决设备检修问题,故推荐之。

9.2.5 对于放射式线路,由于没有分支接引其他负荷,其电源端的保护电器能够保护全部线路。而且无论是电源端还是下级配电箱的进线保护动作,所造成的停电范围是一样的。故当电源端的保护电器距下级配电箱不远,并且在保护动作后容易进行维修、恢复等操作时,下级配电箱进线处不设置短路和过载保护是减少保护级数、提高选择性的有效方法。

9.2.6 线路过载毕竟还未短路,短时间过载并不立即引起灾害。在某些情况下可允许线路在一定时间内过载,牺牲点使用寿命,以换取对一些特定负荷的供电不中断。

9.2.8 采用单独回路为与行车密切相关的通信信号等设备供电,是为了避免其他供电设施故障时,波及影响行车安全的重要负荷。

对供配电系统而言,每个设备用房相当于一个电力用户,故要

求共计引入两条电源线路。内部存在多用电类别的设备时,再由内部分配。经第一级配电后就划分为不同分支回路,是为了提高各自供电的可靠性,降低相互影响。

分支回路的划分,典型的工程案例是分为两种主要形式:

- 1) 由第一级配电箱采用放射式配电方式划分。该方法虽然从结线角度可靠性高,但增加了配电级数,不利于保护整定值的合理匹配,容易出现无选择性问题,反而降低供电可靠性。
- 2) 由第一级配电箱配出两条树干式配电干线,各类负荷的分支回路均由该干线 T 接。该方式下第一级配电箱可只起电源端的隔离作用,配电级数少,容易实现选择性。

9.2.9 设置考核计量系统的目的,是为用户提供一个更方便的技术分析平台,以期在后期运营中不断提高节能水平。

以下典型设计做法可供参考:

已设置计费计量的,一般不重复设置考核计量,按两者兼用的原则设计。

考核计量因不涉及费用结算,故可以不考虑用户接口因素,其装置的安装地点更具有灵活性,实际设计可以按国家标准要求和简化系统、节省投资的原则进行。考虑投产后实际使用情况发生变化的可能,原则上变电所各馈出回路均设置考核计量装置。由变电所配出的低压回路已能将设备类别、用电区域、部门或功能区分开的,则在变电所集中设置考核计量装置即可;不能区分的部分,在现场第一级配电箱增加设置;仍然不能区分的,在下一级配电箱设置,以此类推。但在采用全时能源管理系统时,不宜简单按上述逻辑设计,还需要与重点能耗设备的管控设计相结合。

考核计量装置随项目建设标准,可以是单机式的,也可以是网络式的。当采用网络系统时,现场级装置的多寡,对投资影响较大,因为需要增加网线和传输设备。所以,采用网络化方案时,更应该注意与变电所配出回路的划分相结合,尽可能做到经济合理。

9.2.10 本条系根据我国电度表的生产水平和供应情况,参照《电力装置的电测量仪表装置设计规范》(GB/T 50063—2008)所制定。

9.2.11 为了使电能计量装置综合误差中各部分误差分配合理,并留有调整裕度,互感器的准确度等级一般比电度表高一个等级。

9.2.12 测量交流电流,是监视运行和评价企业合理用电技术的措施。本条是参照《电力装置的电测量仪表装置设计规范》(GB/T 50063—2008),并按下列原则制定的:

- 1) 在一个低压配电系统中,至少有一个及以上的电流测量设置。
- 2) 系统的总电流和主要分支电流可测。
- 3) 电流大或波动大的单台负荷可测。
- 4) 符合工艺要求。

电流测量装置可以是仪表、专用仪器、有测量功能的智能化或信息化设备。

9.2.13 本条参照《电力装置的电测量仪表装置设计规范》(GB/T 50063—2008)并结合铁路需求制定。

电压测量装置可以是仪表、专用仪器、有测量功能的智能化或信息化设备。

9.2.14 本条准确度参照《电力装置的电测量仪表装置设计规范》(GB/T 50063—2008)所制定。三相负荷不平衡的回路,测量三相电流是为了满足测量精度的要求。

11.1.1 利用电力贯通线为桥梁供电,是最经济、最可靠的做法,只有不具备条件时才选择其他方式,故规定之。

11.1.2 桥梁公路桥多属公路部门管理,故不应把铁路电源作为首选。

11.2.1 利用电力贯通线为隧道供电,是最经济、最可靠的做法,只有不具备条件时才选择其他方式,故规定之。

11.2.2 过长的低压供电半径会增加损耗,降低供电可靠性,并有

可能出现投资反而高于增设变电所的情况。尽可能将低压供电半径限制在 1.5 km 以内,是根据铁路长期实践积累的经验所采用的一个比较合理的做法。

11.2.3 通常隧道内低压配电采用干线电缆方式,其数量和规格对隧道电气投资影响显著,故电源箱是不宜考虑过大容量的,只能按满足临时接引照明电源和小型养护作业机械需要计算。出于安全考虑,隧道壁上一般不安装照明灯具以外的设备。

11.2.4 对防护等级的要求延续了原《铁路电力设计规范》TB 10008—2006 的规定。

隧道内环境的主要特点是潮湿,甚至可能出现渗水。高于地下水位的隧道,则与之存在卷尘的反向特征。因此隧道电气设备的防护重点考虑防水(防滴)、防尘两大方面。

根据《外壳防护等级(IP 代码)》(GB 4208—2008)的定义,IP43 的防护效果是不能完全防止尘埃进入,但进入的灰尘量不至于影响设备的正常运行,不影响安全,各垂直面在 60° 范围内淋水无有害影响。考虑高压成套设备的制造和安装特点,做到尘密等级不利于散热和释放短路能量,但要做到能防止隧道内潜在的滴水、漏水等影响,且受到侵入影响时不影响安全,故推荐不低于 IP43。

IP65 的防护效果是无灰尘进入(尘密)、向外壳各方向喷水无有害影响。隧道电源箱是非电气专业运营人员也比较频繁接触的设备,其内部还可能需要安装电子装置,对防护要求高。同时,考虑此类低压成套产品通常采用模压技术制造,容易达到高等级的防护水平,故推荐不低于 IP65。

11.2.5 隧道内环境潮湿,对导体抗腐蚀、抗氧化性能要求高,故规定低压电缆和导线应采用铜芯材质。单线曲线隧道沿曲线内侧配线,能减少线缆的使用量。但当隧道内设有救援站时,用电设施主要集中在救援站侧,故这种情况下需在救援站侧配线。

11.3.3

2 目前,只有为 CRH2 型动车组提供电源的地面电源设备

输出为交流单相 380 V,其电源端采用“交—直—交”方式,可以保证输出电源的质量,以及减少对输入电源的影响。

3 使用地面电源的机车、车辆可能来自于不同资产管理单位,故需要分别计费以适应这种流动性特征。

5 与《旅客列车 DC 600 V 供电系统技术要求及试验》(TB/T 3063—2011)铁路标准相一致。

6 对于地面电源设备,目前比较典型的情况是:

空调客车每列地面电源接口至少有两个。

八编组的 CRH1 动车组的供电位置为第二编组和第七编组的两侧;八编组的 CRH2 动车组的供电位置为第二编组和第六编组的一侧;八编组的 CRH3 动车组的供电位置为第四编组和第五编组的一侧;八编组的 CRH5 动车组的供电位置为第五编组和第六编组的两侧。实际设计中应注意车型变化,做到正确衔接。

11.4.1 对于需要采用集中式 UPS 供电系统的情形,最为典型的是调度中心这种重要负荷不仅集中,而且容量较大的场所。所谓集中式,就是将整栋建筑内的重要负荷由一组 UPS 系统供电;分区集中式是根据负荷在建筑内的分布情况,设置一组以上的 UPS 系统,分区域,或分楼层,或分类别集中供电。UPS 供电系统由若干个 UPS 模块(装置)按一定规则串并联构建。

11.4.2 这样规定是为了减小其他负荷对电子信息设备的干扰,并提高电子信息设备的供电可靠性。

其中“专用回路”是指除变压器总保护外,不与其他负荷共用保护的配电线路。

11.4.3 “基本容量”是指系统在正常运行工况和非正常运行工况(例如系统部分组件失效,备份或冗余投入时)下都能提供的供电能力,该能力满足当期工程用电负荷的最低容量需要,其计算方法已经考虑了一定程度的计算误差。当考虑发展需要时,在此基础上增加。

11.4.4 《电子信息系统机房设计规范》(GB 50174—2008)的相关

规定是:

A 级电子信息系统机房应配置后备柴油发电机系统,B 级电子信息系统机房宜配置后备柴油发电机系统。

通过对国家电网以及一些银行、金融公司等单位类似机房 UPS 系统配置的调研,除了个别案例,多数是按《电子信息系统机房设计规范》(GB 50174—2008)规定的标准配置的。出于不低于上述机房重要性的考虑,本条规定采用与上述国标相一致的数据。

当各外部电源均失电或电源设备故障时间超过蓄电池备用时间时,由后备柴油发电机承担全部负荷的需要。发电机的容量包括 UPS 供电系统、保障设备正常运行的空调和制冷设备的基本容量、应急照明以及其他关系生命安全和数据运行等需要的负荷总量。

对于 A、B 级机房,在实际工程设计中,由于现场储油量需求与防火规范之间的矛盾,储油设施一般只能采用外置方式,此为保障发电机应急供电时间的关键因素。

考虑到铁路特点,一般距调度所一定距离内都有专门的柴油储油场所,所以工程设计采用就地设置足量储油罐和通过临时运输方式解决油料实时供应问题都是可行的。采用临时运输方式时,现场储油量至少要满足就近运输柴油保守装卸和车程所需要的时间,其总体时间不应小于规定的应急供电时间。

在 UPS 电源系统配置中, N 为基本需求,即系统满足基本需求,没有冗余; $N+X$ 为有冗余,即系统除满足基本需求外,增加了 X 个单元、 X 个模块、 X 个路径或 X 个系统。任何 X 个单元、模块或路径的故障或维护不会导致系统运行中断。

11.4.6 旁路设备主要相对于并联关系的 UPS 模组而言,一般非并联关系的模组应分别设置旁路。不同系统配置方案下,旁路设计一般采用不同的方式:既可以多模组共用旁路,也可以每个模组分别设置旁路。旁路设备划分的单元越小,可靠性和运行的灵活性也越高,但投资和对设备用房需求同样会随之增加。故实际设计时,宜根据具体工程情况确定。

11.4.9 通常环境与设备监控系统是同一个系统平台,上与 BAS 系统通信,下辖各设备子系统。设备联动是否通过 BAS 系统完成,各工程可根据各自实际情况确定。

12.1.2 在铁路工程中,机电设备监控系统的含义接近建筑自动化系统(BAS),主要分布在大型站房、车间、厂库,长大隧道等场所,往往是工业与民用控制相结合的系统,亦可与火灾自动报警系统(FAS)接口,非常状态下接受 FAS 系统的指令。广义上包括智能照明控制、能源管理等系统。

12.1.3 本条参照《交通建筑电气设计规范》(JGJ 243—2011)及铁路建(构)筑物特点进行制定。设有防灾救援站或应急照明的隧道,实行建筑设备监控系统监控有利于隧道机电设备的监控、管理和紧急情况下人员的疏散。大型及以上铁路旅客站房设备系统普遍复杂,利用建筑设备监控系统对机电设备集中监控、管理,并实现自动控制,有利于节能。中型铁路旅客站房、铁路站段重要车间、库、综合楼等大中型建筑是否设建筑设备监控系统,需要对具体工程的建(构)筑物规模、设备系统设置情况、工艺控制及节能要求综合确定。小型车站站房因机电设备较少,一般不设集中空调,因此,可不设置机电设备监控系统。

本条中的集中空调也称中央空调,通常是指空气处理设备(如:风机、过滤器、加热器、冷却器、加湿器、减湿器和制冷机组等)集中在空调机房内,由冷水机组、热泵、冷、热水循环系统、冷却水循环系统以及末端空气处理设备(如空气处理机组、风机盘管)等组成的系统,需要对各分散设备进行监控、管理,使其能够协调有效的工作。

12.1.4 机电设备监控系统的控制对象涉及面很广,很难有一个厂家的相关产品都是性价比最高的。因此,设计中要充分考虑系统的开放性,使用的便利性,并具备一定的升级及扩展能力。

根据近些年的工程建设经验和各用能单位反馈的信息,能耗是比较突出的问题。但由于没有足够的软、硬件系统支撑,难以分

类、分区掌握能耗情况,进而影响对改进管理提出行之有效的对策,故提出实现能源管理功能的要求。

12.2.1 本条参照《民用建筑电气设计规范》(JGJ 16—2008)和《交通建筑电气设计规范》(JGJ 243—2011)中提出的机电设备监控系统适用的监控对象,并结合铁路行业特殊要求,以节能和方便管理为目标制定。

12.2.3 目前,机电设备监控系统结构以集散型计算机分布式控制系统为主。分布式控制系统的通信网络为多层结构,其中分为三层,即管理网络层、控制网络层、现场设备层。分布控制系统的主旨是监督、管理和操作集中,控制分散(即危险分散)。因此控制网络层并非必不可少,可根据系统类型和厂家产品特点采用单层、两层或三层的网络结构。网络结构层次的减少可降低造价并简化设计、安装和管理。例如:地下车站和地下区间,当设有隧道风机时,通常有正常、火灾、阻塞等各种工况模式,对于风机模式控制的选择一般由调度根据列车火灾位置,列车运行方向等各方面条件进行判定下达,因此宜设置中央和车站两级监控管理,并应在车站配置车站紧急控制盘。中央级监控系统宜由操作工作站、交换机、服务器、打印机等组成。

12.2.7 本条参考了《地铁设计规范》(GB 50157—2013)中有关条文,设置综合后备盘(IBP 盘)作为 BAS 火灾工况自动控制的后备措施。

12.2.8 本条考虑长大隧道或隧道群这种特殊场所不具备一般建筑物所拥有的条件,规定应专门设置控制室或防灾救援指挥中心,用于装设监控主机和操作终端,其具体设置地点和形式尚需根据业主执行的其他标准或运营特点和应急预案确定。

12.2.9 铁路建(构)筑物内有相当部分日常运行使用的通风、空调系统设备与防烟、排烟系统设备合用,同一设备在火灾或正常工况中均发挥应有的作用,且 BAS 监控内容设置完全满足 FAS 联动控制的需要。为避免对同一设备监控设施重复设置,减少投资、

方便管理,本条规定防烟、排烟系统等设备合用时,可由 BAS 执行联动控制,执行联动控制的 BAS 系统设备配置应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116)的规定。当防排烟系统与正常通风系统合用的设备由 BAS 统一监控时,FAS、BAS 之间应设置高可靠性通信接口,火灾工况由火灾自动报警系统(FAS)发布火灾模式指令,BAS 优先执行相应的控制程序,但必须保证火灾时 BAS 的通信网络和供电的可靠性。

12.2.10 配电所、变电所高、低压回路的归口管理单位原则上是铁路各级供电段,其远程监控管理由铁路 SCADA 调度中心实现。因此,车站、段所的 BAS 管理员仅通过机电设备监控系统对配电所、变电所的运行状况进行监视,不控制,当发现问题时,通知供电段相关人员参与检修和维护,以保证运营安全。

12.3.4 由于日常运行使用的通风、空调系统设备与防烟、排烟系统设备可能合用,当机电设备监控系统和火灾自动报警系统之间设置可靠的通信接口,方能接受火灾自动报警系统发布的火灾模式指令,以优先执行相应的火灾控制程序,满足消防要求,故应具备火灾自动报警系统(FAS)联动功能。

12.3.5 因地下站及地下区间环控模式复杂,因此必须具备多种控制功能。

12.3.6 系统维护功能主要是指:监视 BAS 的被控对象的运行状态,形成维护管理趋势预告;BAS 的系统软件维护、组态、运行参数设置及操作界面修改;BAS 的硬件设备故障判断及维护管理等。

12.3.7 实现分项能耗数据的实时采集、计量、传输、科学分析、有效存储等功能,便于分析和改进管理,利于节能。

13.1.2 鉴于铁路设计专业分工特点,仅电力专业不能独立完成防雷设计,需要建筑、结构等专业做好预留、预埋、连接等;需要机务、车辆、给水、暖通、燃气等专业对油、水、气管路进行绝缘及跨接配合;需与弱电等专业配合等电位联结和电源 SPD 设置及参

数等。

13.1.3 本条与《高速铁路设计规范》(TB 10621—2014)的规定是一致的。

对于高速、重载等铁路,由于速度高或牵引电流大,容易造成较高的钢轨电位和跨步电压,危及人身安全;同时为了保证各种电气、电子设备正常工作,其防雷、电磁兼容及接地要求相应提高。铁路沿线的牵引供电回流系统、电力供电系统、信号系统、通信及其他电子信息系统、建筑物、道床、站台、桥梁、隧道、声屏障等的接地装置,通过贯通地线连成一体,构成综合接地系统,有利于降低或消除上述影响。

13.1.4 电力装置涉及的接地电阻限值较多,为便于使用,本规范采用附录方式给出了不限于正文给定的接地电阻值要求,表 C 限于铁路工程中常用的接地。使用时需注意,对接地电阻限值的规定,严格程度是不同的,还需根据相关规定,结合土壤电阻率、投资造价等情况把握尺度。

13.2.1

1~6 主要依据《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》(GB/T 50064—2014)的 5.4 节并结合铁路需要制定。

6 对于铁路工程,有些场所采用集成功能的构筑物时,例如物流中心、货场等处的堆场,其监控摄像头通常利用高杆灯柱作为附着物,高杆灯柱亦作为接闪器的支持物,其上的弱电线路、低压线路等就需要采取保护措施。

13.2.2 本条主要依据《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》(GB/T 50064—2014)的 5.4 节并结合铁路需要制定。

13.2.3

1~3 本条主要依据《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》(GB/T 50064—2014)的 5.5 节并结合铁路需要制定。

2 过电压保护装置一般采用避雷器或浪涌保护器,是为了防止反变换波和低压侧雷电侵入波击穿绝缘。

13.2.4

1 依据《66 kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061—2010)6.0 节制定。

2 根据铁路电力工程的实际需要,依据《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065—2011)的 5.1 节和《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》(GB/T 50064—2014)的 5.3 节综合制定。

3 依据《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》(GB/T 50064—2014)的 5.3 节制定。

4 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》(GB/T 50064—2014)的 5.3 节对交叉档接地的规定中,当满足一定条件下,可不接地或只一端接地。考虑实施上无难度,对造价影响甚微,为提高铁路电力线路雷电过电压保护水平,统一规定两端均应接地。

13.3.1 与《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065—2011)中 3.1 节的规定一致。

13.3.2 “不同用途”包括防雷接地和电气设备接地的区别。

13.3.3 依据《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065—2011)的 3.2 节并结合铁路需要制定。

13.3.4 依据《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065—2011)的 3.2 节并结合铁路需要制定。

13.3.5 依据《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065—2011)的 4.3 节并结合铁路需要制定。

13.3.6 本条规定是出于安全考虑,目的是能够释放分相式设备外壳的感应电流;快速流散开关设备操作引起的快速瞬态电流;防止人触摸该设备时遭到电击。因 GIS 组合电器不同产品差异甚大,故要求专用地网设计作为产品配套的组成部分,由生产厂负责,《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065—2011)的 4.4 节亦是如此要求。

13.3.7 依据《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065—2011)的 7.1 节制定。

13.3.8 依据《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065—2011)的 7.1 节制定。

13.3.9 依据《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065—2011)的 7.1 节制定。

13.3.10 依据《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065—2011)的 7.1 节制定。

13.3.11

4 室外照明线路较长,对导体需求量大,且灯杆是人容易触摸到的电气设备。这样规定,是为了便于设置剩余电流保护,并能节省一根有色金属导体。

13.3.12 依据《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065—2011)的 7.2 节并结合铁路实际需要制定。

13.3.13 依据《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065—2011)的 7.2 节制定。

14.2.1

2 分布式能源系统只作为辅助电源是指该能源系统既不向公网输送电力,也不能负担全部负荷,只作为个别设备的备用、部分电源设备(如专门的母线段)的替代输入、主网络并网迭代等电源。这种方式下,该系统的发电量一般不宜大于用电需求量。因此,其结线和运行方式需要与负荷规律大体一致。

14.2.2

4 峰谷分时技术是指根据负荷变化情况,将每天 24 h 划分为高峰、平段、低谷等多个时段,鼓励用户合理利用用电负荷,提高系统设备容量的利用效率以节约能源。随着智能电网的加强,电力负荷控制主要由电力负荷管理系统来实现,其技术标准主要有《电力负荷管理系统技术规范》(GB/T 15148)、《电力负荷管理系统数据传输规约》(DL/T 535)等。

14.3.3 符合国家规定的能效限定值及能效等级的要求,参见《高压钠灯能效限定值及能效等级》(GB 19573)、《金属卤化物灯能效限定值及能效等级》(GB 20054)、《普通照明用双端荧光灯能效限定值及能效等级》(GB 19043)、《单端荧光灯能效限定值及节能评价价值》(GB 19415)、《普通照明用自镇流荧光灯能效限定值及能效等级》(GB 19044)等。

对镇流器的能效限定值和节能评价值的标准主要有《管形荧光灯镇流器能效限定值及能效等级》(GB 17896)、《高压钠灯用镇流器能效限定值及节能评价价值》(GB 19574)等。

14.5.2 “复杂成套的机电设备、工艺群组设备”是指机电设备由若干单元组成。这些单元可能是动力和执行设备,也可能是检测器件。单元之间,或与环境等参量之间,有逻辑或函数关系。这种系统性的用电设备,其整体效能受系统内各单元协同作用的合理性影响很大。显然,依靠人工方式实现高效协同动作是不可行的,而通过设置机电设备监控系统能很好地解决这个问题。

能源管理系统提供的主要是分析和管理平台,通过逐年的策略优化,能在机电设备监控系统的基础上,进一步提高节能效果。其实际使用效果,有赖于管理水平的提高,设计时必须综合考虑投入产出问题。影响能源管理系统造价的关键因素在于采样点的设置方案和联动方案,以及在终端设备上与其他系统的资源共享程度。当采样点过于分散时,不仅共享条件变差,检测设备增加,而且大量增加布线,引起造价增加。基于此,制定本条原则性的规定。

15.3.1 根据本规范第2章的术语解释,对所设计的铁路工程而言,“外部电源”既可以是来自公共电网,也可以是公共电网以外或其他产权单位(包括其他铁路产权单位)的发电厂、变电站及输配电线路。

15.3.2 铁路供配电设施与外部电源的接口工作核心内容主要包括:电源引出位置和方式,电源线路形式和产权归属,界面划分原

则和方式,接入点结线、计费形式等要求。这些工作既有技术性的,也有政策性和管理性的要求,需要双方协商约定。

15.3.3 分界装置一般是开关设备。典型分界方式有:

电源线产权归受电方时,将分界点设在电源端处,接口设备归受电方管理;电源线产权归供电方时,将分界点设在用户端输入处,接口设备归供电方管理。这样规定,遇有线路停电作业时,即可自主完成电源线的物理隔离,不需要对方的现场配合。有时为了方便,则设置双方共管的接口设备,或在同一地点各设一组开关设备。

15.4.4 电力专业设置的远程监控系统或监控系统的一部分,有的环节是局部的或区域性的,例如站房内、隧道内的智能照明控制系统等,这种系统在现场级可能需要自行组网,不一定需要通信系统承载,故界定“需要跨站、跨线时”宜由通信系统承载。

15.4.5 “特殊要求”是指按相关专业设计标准设计,仍然不能满足设备要求时的附加要求。

15.4.6 通信、信号专用电源屏整定值较一般计算方法明显偏大,从而容易造成与电力配电系统间级差配合困难,故电力配电需在主观上力求减少配电和保护级数。



151134615

定 价：22.00 元