

电气工程接地浅析

张万明 马玲

中国汽车工业工程公司

张万明



DOI: 10.3969/j.issn.1001-8972.2014.05.023

工业与民用配电设计中,接地是一个很重要的部分。接地有很具体的分类,如功能性接地、保护性接地。保护性接地包括:保护接地、防雷接地、防静电接地等。本文仅就保护接地的一些规范性要求做一些分析,主要对《民用建筑电气设计规范》JGJ 16-2008(简称“民规”)、《机械工业电气设计规范》JB56-96(简称“机规”)、电力工程手册和工、民电气工程有关资料的有关章节进行一些分析探讨。

保护接地就是通过有关的接地系统防止电气故障发生时,如系统接地时产生大接地电流,接地处提高了对地电位,对人身和设备产生有害的影响。希望通过不同要求的接地系统防止这些有害的影响,不同的接地系统对接地电阻值有不同的要求。有下列各种情况:

按民规12.4.1条规定:

小电阻接地系统

当配电变压器高压侧工作于小电阻接地系统时,保护接地网的接地电阻应符合下式要求:

$$R \leq \frac{2000}{I}$$

R: 接地电阻 (Ω)

I: 流经接地网的接地短路电流 (A)

小电阻接地系统是相对于大电阻接地系统而言的。大电阻接地包括中性点不接地、大阻抗接地、经消弧线圈接地;小电阻接地包括高压侧中性点直接接地,或以接地点计算 $X_0 \leq 4 \sim 5 X_1$ (X_2) 都应视为小电阻接地系统。(X0: 零序阻抗; X1、X2: 正、负序阻抗)(在文后“续1”中加以说明)

对于一般工业、民用配电变压器高压侧而言,大部分是10KV(仅少数大于10KV),根据供电的具体情况,我

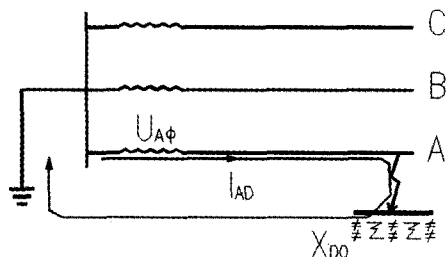
们计算一下上述要求的R值范围。在10KV系统中,对于大部分是系统末端的工、民建筑来说系统容量200MVA是足够大的了,一般都在100MVA以下。下面就以200MVA为基准,计算一下R值。

首先我们要了解对称分量法的计算:在三相供电系统中,任何三相不平衡负荷(向量)都可以分解为(以A相为例)正序A1(和原来系统一样的相序)、负序A2(和原来系统相反的相序)和零序A0(三向量相同的相序)

其分解方法如下(以A相为例):

$$A_0 = \frac{A+B+C}{3}, A_1 = \frac{A+B e^{j120} + C e^{j240}}{3}, A_2 = \frac{A+B e^{j240} + C e^{j120}}{3}$$

单相接地系统中(10KV系统)如图(1):



图(1)

A相接地产生单相接地电流 I_{AD} (其他相B、C不存在短路电流)

经对称分量分解:

$$I_{A_0} = \frac{1}{3} I_{AD}, I_{A_1} = \frac{1}{3} I_{AD}, I_{A_2} = \frac{1}{3} I_{AD}$$

则可建立:

$$U_{A\phi} = I_{A_1} X_1 + I_{A_2} X_2 + I_{A_0} X_0 + 3 I_{A_0} X_{D0}$$

其中, x_1 : 正序阻抗, x_2 : 负序阻抗, x_3 : 零序阻抗;

x_{D0} : 大地导体产生的零序阻抗, 因三相零序电流都流经, 故上式中为 $3x_{D0}$;

$$U_{A\phi} = I_{A_1} (X_1 + X_2 + X_0 + 3X_{D0})$$

$$I_{AD} = \frac{3U_{A\phi}}{X_1 + X_2 + X_0 + 3X_{D0}}$$

又因10KV电缆架空线: $x_0 = 3.5 x_1$, $x_1 = x_2$, 若 $x_0 = x_{D0}$, 则:

$$I_{AD} = \frac{3U_{A\phi}}{16X_1} = \frac{U_{A\phi}}{\frac{16}{3}X_1} = \frac{U_{A\phi}}{5.3X_1} = 0.2 \frac{U_{A\phi}}{X_1}$$

当系统容量为200MVA时, $I_{AD} = \frac{3U_{A\phi}}{16X_1} = \frac{U_{A\phi}}{\frac{16}{3}X_1} = \frac{U_{A\phi}}{5.3X_1} = 0.2 \frac{U_{A\phi}}{X_1} A$

$$I_{AD} = \frac{3U_{A\phi}}{16X_1} = \frac{U_{A\phi}}{\frac{16}{3}X_1} = \frac{U_{A\phi}}{5.3X_1} = 0.2 \frac{U_{A\phi}}{X_1}$$

根据上述规定,

$$I_{AD} = \frac{3U_{A\phi}}{16X_1} = \frac{U_{A\phi}}{\frac{16}{3}X_1} = \frac{U_{A\phi}}{5.3X_1} = 0.2 \frac{U_{A\phi}}{X_1}$$

若忽略 X_{D0} , $I_{AD} = \frac{3U_{A\phi}}{16X_1} = \frac{U_{A\phi}}{\frac{16}{3}X_1} = \frac{U_{A\phi}}{5.3X_1} = 0.2 \frac{U_{A\phi}}{X_1}$

实际上接地电阻应在0.86~0.3之间。

下列为各规范、措施对接地电阻的要求:

“民规”规定,大接地电流系统: $R \leq 2000/I$

有关电力工程手册规定,大接地电流系统: $R \leq 0.5\Omega$

有关工业民用电气设计手册规定,大接地电流系统:

1)供电公司部分: $R \leq 2000/I$, R 不应大于 5Ω

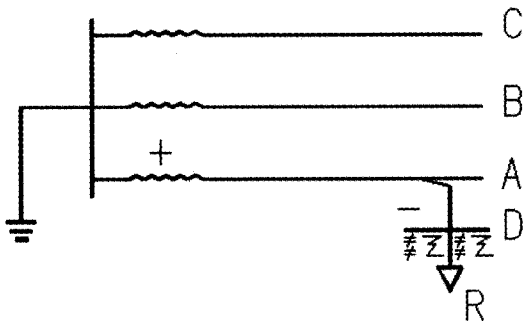
2)用户处:

机械工业规范,大接地电流系统: 对此未作要求。

对上述结果,民规与电力部门要求基本一致,民用手册要求过高。

对于2000V的解释,主要要达到的目的是:

提出2000V的要求,主要是出于对设备安全的考虑,当地电位提高2000V后,设备对地点的电位差会大幅提高。2000V是出于对设备特别是电子设备安全考虑的,如图2,若D处对远地电位为-2000V, B对远地电位为正,则, B与D之间的电位差为两电压之和。



图(2)

3) 2000V时为大电流接地系统

电路保护应速断跳闸,人身安全相对有保护,但系统应作等电位联接,以保护人身安全。

实际应用以“民规” $R \leq 2000/I$ 为准。

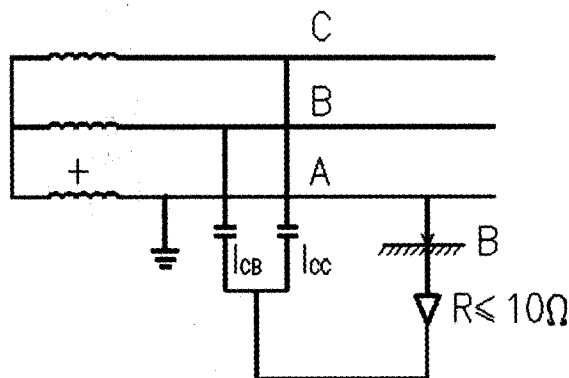
大电阻接地系统与上述条件相反。

当配电变压器高压侧工作于大电阻接地系统时,保护接地网的接地电阻情况,应符合下式要求:

1. 高压设备的单独保护接地

① “民规”: $R \leq 250/I$, $R \leq 10\Omega$

当时, $R = 10\Omega$, $R = 10\Omega$ 这时的接地电流为系统电容电流,如图(3):



图(3)

10kV/25A电容电流相当于系统全电缆约25公里或全架空线1000公里。

对于民规对象多为线路末端,大部分为电缆进线(也有少数架空线),因此综合考虑,总线路长在100公里以内,这样250V也许是合适的。但对人身安全是不合适的。

② “机规”: $R \leq 50/I$, $R \leq 10\Omega$

当 $R = 10\Omega$ 时, $I \leq 5A$,该值相当于200公里架空线或5公里全电缆,对于工厂来说,大部分为架空线。这个规定满足人身安全的要求。

③ “电力工程手册”: 与“民规”同。

④ “工、民用手册”: 与“民规”同。

综上所述,应按“机规”执行。

2. 高压与低压中性点共同接地

① “民规”: 12.4.1 2) 1) 款中,规定 $R \leq 120/I$, $R \leq 4\Omega$

这个结论不能满足人体安全电压50V的要求。

但是12.4.3 1) 款中 $R \leq 50/I$, $R \leq 4\Omega$,这两款规定有矛盾,应遵守后者,应以 $R \leq 4\Omega$, $R \leq 50/I$ 为准。

② “机规”: $R \leq 1\Omega$,机规中未作明确解释。

③ “电力工程手册”: $R \leq 10\Omega$, $R \leq 120/I$

④ “工、民用手册”: $R \leq 120/I$,但只限于供电公司管理的发、变电站的配电装置(与电力工程手册相同)

$R \leq 50/I$, $R \leq 2\Omega$,适用于用户管理的电气装置,适用于“续2”的计算,但考虑RE是变量,可以 $R \leq 2\Omega$ 为宜。

综上所述,以 $R \leq 2\Omega$ 为准。

低压单独接地

① “民规”: 12.4.3 2) 规定: $R \leq 4\Omega$

② “机规”: $R \leq 3\Omega$ (计算方法详见“续2”)

③ “电力工程手册”: $R \leq 4\Omega$

④ “工、民用手册”: 未作规定

综上所述,应以“机规” $R \leq 3\Omega$ 为宜。

3. 电力设备保护接地与防雷接地共用

① “民规” 12.7.2 规定:

电子设备接地电阻小于 4Ω ,与防雷接地共用应小于等于 1Ω 。

电子设备大部分接地电阻都是 4Ω 以下(极个别的为 1Ω)但与防雷接地共用时,雷电流有高频谐波分量(非射频),与接地电抗产生大的接地电抗,对电子设备有干扰的影响,故,以减小这种影响。

② “机规”: 未作规定

③ “电力工程手册”: 未作规定

④“工、民用手册”：未作规定

综上所述,当电力设备保护接地与防雷接地共用接地系统时,接地电阻 $R \leq 1\Omega$ 为宜。

目前电子设备普遍与防雷接地相连,且完全等电位连接,在大接地电阻系统条件下适用;小接地电阻系统很少遇到,应以为宜。

4. 主要接地与重复接地

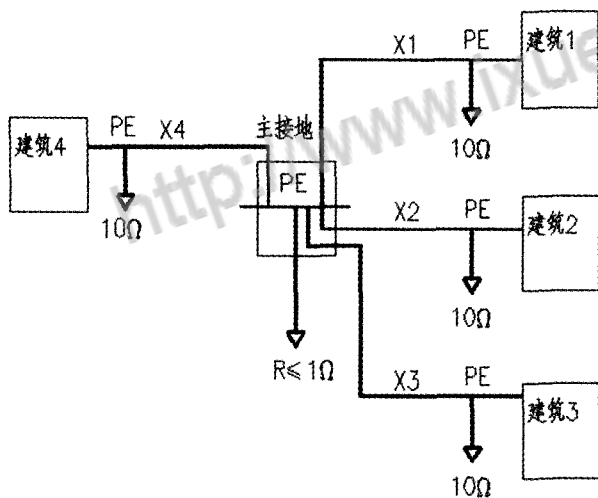
1)“民规”、“机规”、“电力工程手册”均对重复接地提出要求:

“民规”12.4.9 中规定,做重复接地,

“机规”18.4.12 中规定,低压线路入户处应做重复接地, $R \leq 10\Omega$

“电力工程手册”重复接地, $R \leq 10\Omega$

2)有重复接地的前提是有“主接地”或“基本接地”。本文上述的接地电阻低压接地的规定基本上指的是配电中心点接地,无论是 $R \leq 4\Omega$ 、 $R \leq 3\Omega$ (2Ω)都指此处。在联合接地 $R \leq 1\Omega$ 时,由于整个接地系统共用一个接地网,因此配变电中心点处接地电阻也应符合 $R \leq 1\Omega$,这就是“基本接地”。“主接地”从该处引出接地线(PE)辐射到各处(各建筑物、车间……),在线路入户处做重复接地 $R \leq 10\Omega$,因为大家共享了“主接地”处的接地电阻 $R \leq 1\Omega$,重复接地 $R \leq 10\Omega$ 也就足够了。计算如下:



实际上,每一个建筑物的实际电阻,如建筑1是 $R_{X1} + 1/10\Omega$ 。

$$\frac{1}{R_{X1} + 10} + \frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_{X1} + 10} + \frac{1}{R_1}, R_1 = \frac{10R_{X1} + 10}{R_{X1} + 11}$$

当 $R_1 = 1\Omega$ 时, $R_{X1} + 11 = 10R_{X1} + 10$, $9R_{X1} = 1$, $R_{X1} = 1/9\Omega$

若PE线截面为 95mm^2 ,则其长度为500m。

超出一般厂区低压送电距离,即 $R \leq 1\Omega$,满足要求。若基本接地 $R \leq 4\Omega$,这个距离较大,更满足要求。

总结

总结上述,由于现在设计中,电子设备,民建中都存在且提倡等电位联结,统一接地网,接地电阻 $R \leq 1\Omega$,上述问题在这个前提下都统一了。但对各个规范的各种提法我们应该有一个清楚的认识。“民规”、“机规”很多引用国外资料如IEC标准等,因此可能产生一些矛盾,希望能进一步解释。



MacTalk · 人生元编程

作者: 池建强

出版社: 人民邮电出版社

出版时间: 2014-02-01

ISBN: 9787115342232

所属分类:

图书 > 计算机与互联网 > IT服务管理

《MacTalk · 人生元编程》起于Mac而不止Mac,在Mac之上,讲述技术与人文的故事。程序员的自我表达,释放编程与写作的力量。

如果你喜欢苹果的产品,那么你可以在书中回顾苹果公司的历史、故事和人物。

如果你是Mac用户,你可以了解Mac的命名、演化史、产品设计和工具,还有130个简洁清晰的Mac使用技巧。

如果你是程序员,你会收获编程和建站、Mac和Linux、工具和职场建议。

如果你是IT从业人员,你会看到不一样的科技、产品与人文的故事。

如果……你只是想读一本书解闷,恰好,这是一本达到了有趣标准的图书。

《MacTalk · 人生元编程》是一本随笔文集,主要内容来自作者的微信公众平台“MacTalk By 池建强”。《MacTalk · 人生元编程》撰写于2013年,书中时间线却不止于此。作者以一个70后程序员的笔触,立于Mac之上,讲述技术与人文的故事,有历史,有明天,有技术,有的人生。70多篇文章划分为六大主题:Mac、程序员与编程、科技与人文、人物、工具、职场。篇篇独立成文,可拆可合,随时阅读。

此外,作者还对原来散落在各篇文章中的Mac技巧进行了统一的整理和规划,形成130个Mac Tips,通过阅读这些技巧,读者既可以了解Mac,增长知识,又能够提高工作效率。

《MacTalk · 人生元编程》行文采用了一种技术和人生感悟相结合的风格,起于Mac却不只Mac,文风幽默又能笔底见风雷。王小波说,“每一本书都应该有趣,对于一些书来说,有趣是它存在的理由;对于另一些书,有趣是它应该达到的标准”。本书就是一本达到了有趣标准的技术书,它不仅适合Mac用户阅读,更值得所有技术人员随时翻阅。



论文写作，论文降重，
论文格式排版，论文发表，
专业硕博团队，十年论文服务经验



SCI期刊发表，论文润色，
英文翻译，提供全流程发表支持
全程美籍资深编辑顾问贴心服务

免费论文查重：<http://free.paperyy.com>

3亿免费文献下载：<http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重：http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载：<http://ppt.ixueshu.com>

阅读此文的还阅读了：

- [1. 浅谈接地技术在建筑电气工程中应用](#)
- [2. 对电气工程项目进度优化管理论述与探讨](#)
- [3. 关于电气工程接地装置设计的研究](#)
- [4. 浅析接地和接零](#)
- [5. 浅析接地与接零](#)
- [6. 电气工程防雷接地安装施工工艺](#)
- [7. 电气工业塑料消耗数量占总消耗第三](#)
- [8. 住宅电气工程接地保护取代接零保护的分析](#)
- [9. 北京电气工程学校学生喜获“正泰品学奖”特别奖](#)
- [10. 简论电气工程安全质量控制哈尔滨辰能工大环保科技股份有限公司](#)
- [11. 浅析电气工程的损益问题](#)
- [12. 电气工程专业教学的思考与实践](#)
- [13. 电气工程保护接地和接零的工作特点及应用](#)
- [14. 住宅电气工程浅析](#)
- [15. 谈电气系统中接地和接零的应用](#)
- [16. 试析民用建筑电气工程的质量通病与防范措施](#)

- [17. 地下室人防电气工程施工技术分析](#)
- [18. 关于电气工程技术中的安全质量控制](#)
- [19. 资讯·新书推荐](#)
- [20. 接地系统浅析](#)
- [21. 抓住“绿金”的机遇转型](#)
- [22. 对电气工程及其自动化问题与对策的探讨](#)
- [23. 电气工程中接地系统的探讨](#)
- [24. 浅析接地和接零](#)
- [25. 浅析一起接地故障](#)
- [26. 对电气工程中安全管理的措施的论述](#)
- [27. 如何进行电气工程的施工管理工作](#)
- [28. 小电流接地系统的接地方式浅析](#)
- [29. 电气工程保护接地和接零的工作特点及应用](#)
- [30. 建筑电气工程施工中的主要问题](#)
- [31. 接地与接零问题浅析](#)
- [32. “大爱教育”点亮学生心灯](#)
- [33. 电气工程专业本科教育现状与发展策略探讨](#)
- [34. 简论电气工程安全质量控制](#)
- [35. 电气工程管理浅析](#)
- [36. 浅谈电气工程接地装置的设计体会](#)
- [37. 高层建筑电气工程中接地系统的探讨](#)
- [38. 浅谈高压试验的安全问题](#)
- [39. 高层建筑电气工程中接地系统的探讨](#)
- [40. 电气工程管理浅析](#)
- [41. 不接地系统虚假接地现象浅析](#)
- [42. 浅论电力企业电气工程项目管理](#)
- [43. 已装接地网存在的问题及改造措施](#)
- [44. 接地与接零问题浅析](#)
- [45. 解析10kV高压配电房的建设](#)
- [46. 校企携手，共商高职发展大计：安徽电气工程职业技术学院成功举办第三届高职学术论坛](#)
- [47. 探析电气工程造价的编制及审核工作](#)
- [48. 浅析道路照明工程施工中常见问题及解决措施](#)
- [49. 关于高层建筑电气工程中接地系统的探讨](#)
- [50. 综述建筑电气工程的接地保护施工](#)