

浅谈印度某发电工程镉镍蓄电池选择计算

龙 军

(西南电力设计院,四川成都 610021)

摘 要:印度火力发电工程中蓄电池型式较多采用镉镍蓄电池,其相关参数选择计算上与国内有一定的区别。结合西南电力设计院设计的某印度发电工程,探讨双方在选择计算上的一些主要差异,供类似工程借鉴。

关键词:镉镍蓄电池;端电池;充电装置

Abstract: Thermal power projects in India more like using nickel - cadmium battery, and the selection and calculation of its associated parameters have some differences with the domestic engineering. The main differences of selection and calculation on nickel - cadmium battery between India and China are discussed according to the design of a power plant in India, which provides a reference for the similar project.

Key words: nickel - cadmium battery; terminal battery; charging device

中图分类号:TM912 文献标志码:B 文章编号:1003 - 6954(2012)03 - 0092 - 03

0 工程背景介绍

近年国内电力设计院在印度市场参与了较多发电工程项目的设计,大多数为 BTG 项目。BTG 项目中一般不会涉及到直流系统设计,但在最近中方(指西南电力设计院,下同)参与设计的某印度 3×660 MW 燃煤机组工程中,其设计范围要求与常规 BTG 项目有所不同,该项目要求在概念设计阶段完成全厂除升压站外的所有部分,设计施工图阶段时则只完成 BTG 部分的设计,因此在概念设计阶段中,要求中方需提供单元机组蓄电池选择计算书。

1 镉镍蓄电池选型计算与中方的差异

印方在招标文件中要求机组蓄电池采用 220 V 镉镍蓄电池,动控合用,冗余设置,即设置 $2 \times 100\%$ 蓄电池组, $2 \times 100\%$ 充电装置,直流母线采用单母线分段,每套蓄电池组和充电装置接到不同的母线上,这种直流系统配置方式是印度发电工程中常用的配置。据了解印方在发电工程中习惯采用镉镍蓄电池而不同于国内采用铅酸蓄电池主要是因为当地环境温度较高,采用镉镍蓄电池更可靠,寿命更长。

下面将通过印方对中方概念设计阶段计算书的审查意见,以及印方咨询设计单位 Fichtner India 公司提供的施工图阶段终版计算书,对本工程双方在

机组镉镍蓄电池及充电装置选择计算上的主要差异进行讨论。

1.1 镉镍蓄电池选型计算依据的标准

印方在审查意见第一条就提出,镉镍蓄电池选择计算应依据 IEEE 1115(IEEE Recommended Practice for Sizing Nickel - Cadmium Batteries for Stationary Applications)标准。中方依据的标准主要是“DL/T 5044 - 2004 电力工程直流系统设计技术规程(简称 04 版直规)”,其规范性引用文件为现行国家和行业有关标准,没有提到是否依据或等同于国际、国外标准。经查阅 IEEE 1115(2000 版)标准,其采用的容量计算方法与 04 版直规中的阶梯算法总体相同,将此意见回复印方后,印方没有再提出异议。

对比 Fichtner India 公司完成的计算书,其依据的标准除 IEEE 1115 外,还采用了印度标准: IS10918 - Vented - type Nickel - cadmium Batteries, 以及印度 HBL POWER SYSTEMS LIMITED 公司提供的镉镍蓄电池选择计算参数文件: Technical Data & Capacity Calculation Curves for Ni - Cd Battery of 'HBL Nife'。

1.2 镉镍蓄电池的最大选择容量

工程设计初始,中方对本工程机组 220 V 中倍率镉镍蓄电池组容量进行了初步计算,大致需要 1 200 Ah(注:UPS 直流电源来自专用镉镍蓄电池组),而国内镉镍蓄电池一直没有大容量产品,根据

相关资料及咨询制造厂,中倍率镉镍蓄电池目前最大容量仅 GNZ 800 Ah,国内产品无法选择。

印方对此答复 IEEE 1115 标准里中倍率镉镍蓄电池最大容量为 1 390 Ah,且印度 HBL POWER SYSTEMS LIMITED 公司能生产的中倍率镉镍蓄电池最大容量为 1 460 Ah,要求仍按镉镍蓄电池进行概念设计。

1.3 镉镍蓄电池组只数选择上的差异

1.3.1 计算书中镉镍蓄电池组只数选择

按照 04 版直规 4.1.6 条条说明,“镉镍碱性蓄电池,由于单体电池电压为 1.20 V,正常浮充电电压较高,而放电时电压下降幅度较大,终止电压又低,无降压装置不能保证直流母线电压在允许范围之内,所以,镉镍碱性蓄电池应保留端电池和降压装置”按 04 版直规设计了端电池及硅降压装置,并将硅降压装置接入蓄电池组与直流母线之间。

基本电池个数由 04 版直规 7.1.1 条第 2 节确定,即“有端电池的镉镍蓄电池组,应根据单体电池正常浮充电电压值和直流母线电压为 1.05 倍直流系统标称电压值来确定基本电池个数”。

$$\text{基本电池个数为 } N_0 = \frac{1.05 U_n}{U_f} = \frac{1.05 \times 220}{1.42} =$$

162.67,取 163 个。

式中, U_n 为直流系统额定电压; U_f 单体镉镍蓄电池正常浮充电电压值,宜取 1.42 ~ 1.45 V。

整组电池个数按 04 版直规 7.1.1 条第 2 节描述,应根据该电池放电时允许的最低电压值和直流母线电压为 1.05 倍直流系统标称电压值确定。针对此条 95 版直规 3.4.2 条对最整组蓄电池只数选择描述更为清晰,即“镉镍蓄电池每组蓄电池个数,宜按直流母线电压在事故放电末期为直流系统额定电压的 90%,每个蓄电池电压按 1.1 V(高倍率)或 1.07 V(低倍率)计算”。

$$\text{整组电池个数为 } N = \frac{U_{\min}}{U_m} = \frac{192.5}{1.07} = 179.9, \text{取}$$

180 个。

式中, U_{\min} 为放电末期直流系统允许的蓄电池组端电压,按 04 版直规 4.2.4 条,动力控制合并供电时 $U_{\min} \geq 87.5\% U_n = 0.875 \times 220 = 192.5 \text{ V}$; U_m 为单体蓄电池放电末期终止电压;此处按 04 版直规表 B.1.4,取 1.07 V;端电池个数 $N_d = N - N_0 = 180 - 163 = 17$ 个。

该计算结果符合 04 版直规附表 B.3 推荐的中倍率镉镍蓄电池组只数选择。

1.3.2 Fichtner India 公司计算书中镉镍蓄电池只数选择

Fichtner India 公司的选择计算依据 IEEE 1115, IEEE 1115 对镉镍蓄电池只数选择公式如下。

$$\frac{\text{Maximum allowable system voltage}}{\text{Cell voltage required for satisfactory charging}} =$$

Number of cells

$$\frac{\text{Minimum battery voltage}}{\text{Number of cells}} = \text{Minimum cell voltage}$$

即蓄电池只数由该直流系统允许的最高系统电压与蓄电池浮充电压决定,而单只蓄电池放电末期电压由该直流系统允许的最小蓄电池组端电压与蓄电池只数决定;同时指出“最小蓄电池组端电压等于直流系统允许的最低电压加上终端负荷到蓄电池出口的电压降”。

Fichtner India 公司计算如下。

确定直流系统电压范围为 $-15\% U_n \sim +10\% U_n$, 即 187 ~ 242 V;

最小蓄电池组端电压 = 187 + 蓄电池至终端负荷电压降(按 $3\% U_n$) = 187 + 6.6 = 193.6 V;

单只蓄电池放电末期电压确定为 1.14 V;

$$\text{蓄电池只数} = \frac{193.6}{1.14} = 169.83 \text{ 只,选择 } 170 \text{ 只;}$$

蓄电池浮充电压确定为 1.4 V/只;

最大蓄电池组电压 = 蓄电池只数 × 蓄电池浮充电压 = 170 × 1.4 = 238 V ≤ 242 V。

其选择出来的只数在均恒充电时蓄电池组电压势必会超过直流系统允许的最高电压,因此均充时蓄电池组与直流母线应脱开进行。

1.3.3 两种镉镍蓄电池组只数选择的比较

IEEE 1115 标准对镉镍蓄电池组只数选择方法与 04 版直规总体是相同的,两者的区别主要在于对浮充电时允许的蓄电池组最高电压不同。2004 版直流技规按 $105\% U_n$ 考虑,更多的是出于满足直流供电设备额定电压的要求,IEEE 1115 按直流系统允许的最大电压考虑,这个最大电压主要决定于直流供电设备允许的最大电压。

印方在审查意见中对中方蓄电池组只数选择未提有意见,但却提出取消降压装置。对比 Fichtner India 公司对蓄电池个数的选择办法,其未设置端电池及降压装置的前提条件实际上是提高了预期的单

只蓄电池放电末期电压,这样会直接导致最终计算容量提高,不太经济。如果不考虑经济因数,计算中也可以不采用技规中推荐的蓄电池放电末期终止电压 1.07 V,而将其提高为附表 B.11 中列举的 1.19 V,也能选择出满足工程要求,同时不设置端电池的镉镍蓄电池组,计算如下。

$$\text{整组蓄电池只数为 } N = \frac{1.05U_n}{U_f} = \frac{1.05 \times 220}{1.42} =$$

162.7, 选择 163 只。

放电末期蓄电池组出口端电压 $U_{\min} = N \times U_m = 163 \times 1.19 = 193.97 \geq 87.5\% U_n$ 。

上述结果满足 2004 版直流技规要求,即正常浮充时母线电压为直流系统标称电压的 105%,同时在事故放电情况下,蓄电池组端电压不低于直流系统标称电压的 87.5%。

上述选择,由于最大限度地提高了单体蓄电池预期放电末期终止电压,会导致蓄电池组计算容量大幅度增加。如果蓄电池厂家能在将来进一步提高镉镍蓄电池性能,生产大容量产品,并降低浮充和均充电电压,探讨取消端电池,会使中方的设计更能被印方认可。

1.4 充电装置额定电流选择计算差异

计算书中充电装置额定电流按 04 版直规要求,按以下 3 个条件计算。

- 1) 满足浮充电要求: $I_r = 0.01I_5 + I_{jc}$
- 2) 满足初充电要求: $I_r = 1.0I_5 \sim 1.25I_5$
- 3) 满足均衡充电要求: $I_r = (1.0I_5 \sim 1.25I_5) +$

I_{jc}
式中 I_r 为充电装置额定电流; I_5 为镉镍碱性蓄电池 5 h 放电率电流,一般 $I_5 = 0.2C_5$; I_{jc} 为直流系统经常负荷电流。

印方在审查意见中提出,充电装置额定电流选择应满足在浮充电运行时,考虑一台最大功率直流电动机试验运行要求,即要求 I_r 应在条件 1) 中再加上一台最大功率直流电动机的额定电流 I_M 。

Fichtner India 公司计算书其充电装置额定电流按以下两个条件计算。

- 1) 满足浮充电流: $I_r = 0.01I_5 + I_M$
- 2) 满足均衡充电要求: $I_r = 1.0I_5$

额定电流选择上式最大值并考虑 10% 备用余

量。

Fichtner India 公司在计算均衡充电时没有考虑经常电流,从这里也可以看出均充时蓄电池组是与直流母线脱开进行的。

1.5 直流负荷统计差异

按 04 版直规 5.2.4 条要求,直流负荷统计时对不同直流负荷应乘以对应的负荷系数。印方在审查意见中对负荷系数提出疑问,并叫中方澄清,由于此问题沟通较为困难,中方一并回复为经验数据,最终印方未在此问题上继续纠缠。Fichtner India 公司在直流负荷统计表中没有考虑负荷系数,其直流负荷全部按额定功率转换为电流,加上其选择的单只蓄电池放电末期电压较高,最终计算出来的容量比中方计算容量稍大,为 1 440.6 Ah。

Fichtner India 公司对厂用交流电源事故停电时间选择与中方一样,按 1 h 计算,同时 Fichtner India 公司在直流负荷统计计算时间中采纳了中方对各主机直流油泵的计算时间,即大机、小机直流油泵采用 1.5 h,发电机密封油泵采用 3 h。

2 建 议

据了解 2004 版直流技规目前正在修订中,为更好地与国际标准接轨,以使国内设计的东西更能被国外业主认可,希望新版直规能结合有关国际或国外先进标准,增加更为全面详尽的镉镍蓄电池选择计算指导性条文。

参考文献

- [1] DL/T 5044 - 2004, 电力工程直流系统设计技术规程 [S].
- [2] 电力工程直流系统设计手册(第二版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [3] IEEE 1115, IEEE Recommended Practice for Sizing Nickel-Cadmium Batteries for Stationary Applications [S].

作者简介:

龙 军(1978) 男, 大学本科, 工程师, 从事电气二次设计工作。

(收稿日期: 2012 - 02 - 07)