

一起220 kV隔离开关控制失效的诊断与处理

张硕颖

(厦门电业局, 厦门 361000)

摘要: 为了提高运行与检修人员处理高压隔离开关控制失效故障的能力与效率, 提高电网的运行稳定性与供电可靠性, 结合高压隔离开关的控制回路图和信号回路图, 针对厦门电业局220 kV梧侣变电站的一起220 kV隔离开关控制失效故障进行原理分析与原因判断, 并成功处理。通过此次消缺作业的归纳总结以及根据隔离开关信号回路图设计方面的不足提出对应的整改措施, 以求完善微机保护装置的信号采集与逻辑判断功能, 以利于运行与检修人员对类似故障的正确判断与快速处理, 为电网的运行维护打下坚实基础, 以及提高电网的运行可靠性, 实现电力生产“三节约”。

关键词: 隔离开关; 接地开关; 控制失效; 诊断; 处理

中图分类号: TM564.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1609(2012)04-0092-05

Control Malfunction Diagnosis and Elimination of 220 kV Disconnect Switch

ZHANG Shuo-ying

(Xiamen Electric Power Bureau, Xiamen 361000, China)

Abstract: To raise the technical level of professional technological personnel significantly and improve the operation level of power network, malfunction diagnosis and elimination of the 220 kV disconnecting switch are introduced, which happened in the Wulu transformer substation. The control fault phenomenon was briefly described. According to the circuit diagram, the cause was analyzed in detail and solved successfully, the reliability and security of power supply has been ensured. Through the analysis and research of the control fault, the corresponding operating experience was summarized to improve the capability and efficiency of operation and maintenance personnel when dealing with similar fault. The improvement scheme was put forward to enhance signal-sampling capability and fault diagnostic function of micro-computer protection device. The improvement strategies were presented to ensure the quality of power supply and help decrease the cost of the electric power production.

Key words: disconnect switch; earth switch; control malfunction; diagnosis; elimination

0 引言

隔离开关主要用于在分闸后建立可靠的绝缘间隙, 将被检修的线路和设备与电源隔离, 根据运行需要切换线路以及开断或关合一定长度线路的充电电流或一定容量的空载变压器的励磁电流, 是一种没有专门灭弧装置的开关设备^[1-2]。在长期的运行维护中时常发生高压隔离开关控制失效故障, 影响了电网的运行操作与供电运行。笔者通过对一起 220 kV 隔离开关控制回路断线故障进行原理分析与原因判

断, 总结相关消缺作业经验, 并提出对应的整改措施, 以求完善微机保护装置的信号采集与逻辑判断功能, 并提高运行与检修人员处理类似隔离开关控制失效故障的能力与效率, 进而保证电网的稳定运行与可靠供电。

1 220 kV 双母线带旁路母线接线单元间隔的构造组成

为了能够独立与安全地完成电网的受电或供电功能, 并满足安全检修的要求, 电网中的 1 个独立单元间隔需要包括如下的构成组件: 断路器、隔离开

收稿日期: 2011-10-07; 修回日期: 2011-11-23

关、接地开关、母线、避雷器及其他配件,不同的构成组件因其自身电气性能的差别在单元间隔中具备不同的功能定位,220 kV 梧侣变电站 220 kV 梧春 II 线 212 单元间隔主接线图见图 1,为敞开式(户外式)双母线带旁路母线接线的单元间隔。

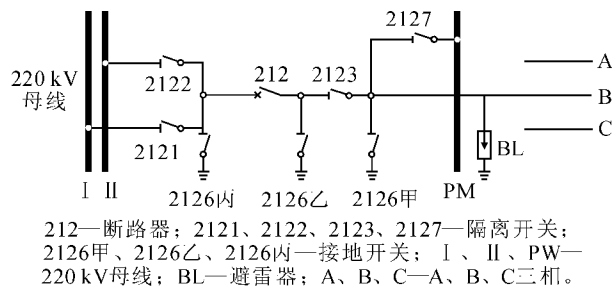


图 1 220 kV 梧侣变电站 220 kV 梧春 II 线 212 单元间隔主接线
Fig. 1 The main wiring diagram of 220 kV double-bus with auxiliary bus configuration

隔离开关主要用于在分闸后建立可靠的绝缘间隙,自身不具备灭弧能力。为了防止对隔离开关进行误操作,避免带负荷分、合隔离开关或带接地开关合隔离开关,保证操作人员的人身安全与电网的运行安全,在隔离开关的控制回路中加入联锁设计,即只有当隔离开关满足一定的安全操作条件后,才能对其进行相关操作^[3-6],以图 1 的隔离开关 2123 为例,只有满足断路器 212、接地开关 2126 甲、2126 乙、2126 丙均处于分闸状态,隔离开关 2123 才能进行分/合闸操作,否则对隔离开关 2123 的分/合闸控制将失效。

2 故障现象与处理

厦门电业局 220 kV 梧侣变电站 220 kV 梧春 II 线 212 单元间隔经过综自继保改造后,按计划进行送电操作以投入电网运行。当运行操作人员倒闸操作至隔离开关 2123 时,发生隔离开关 2123 无法电动合闸,为了尽快将 220 kV 梧春 II 线 212 单元间隔投入运行,变电部马上联系变电检修部检修人员配合进行故障处理,具体流程如下:

1) 询问运行操作人员获知,此次故障发生于倒闸操作过程中,操作前 220 kV 梧春 II 线 212 单元间隔处于检修状态,即图 1 单元间隔内的断路器与隔离开关均断开,接地开关均合上。当按顺序倒闸操作至隔离开关 2123 时,隔离开关 2123 无法电动合闸,此时接地开关 2126 甲、2126 乙、2126 丙已操作至分闸状态,隔离开关 2121 已操作至合闸状态。

2) 用万用表的电压档测量隔离开关 2123 控制回路中的联锁部分,发现联锁回路的最终节点无法测量到电压值,断开隔离开关 2123 的控制电源空气

开关,用万用表的电阻档对联锁回路中的各个联锁触点进行测量,发现接地开关 2126 乙对应的联锁辅助触点没有导通,电话询问运行所接地开关 2126 乙状态,得知此时远方调度监控系统显示其处于合闸状态(隔离开关 2123 状态信号采集用的是直流回路,而控制回路用的是交流回路),遂建议运行操作人员对接地开关 2126 乙再次进行合/分试操作,并确保操作到位,同时测量接地开关 2126 乙的辅助开关联锁触点,该联锁触点都能正确切换,触点电阻值在正常范围内。保持接地开关 2126 乙处于分闸状态,再次电话联系运行所,获知此时远方调度监控系统显示隔离开关 2123 状态处于分闸状态,重新合上隔离开关 2123 的控制电源空气开关,测量联锁回路的最终节点,可测量到电压值,确认此时隔离开关 2123 的联锁回路导通,联锁情况与 220 kV 梧春 II 线 212 单元间隔当前阶段的主接线相符。

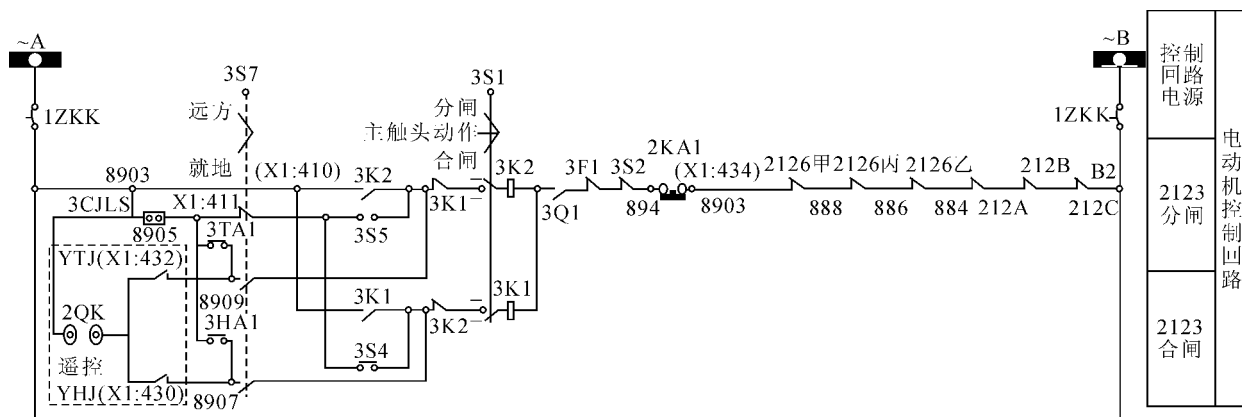
3) 对隔离开关 2123 控制回路中的其他部分结合电压测量法与电阻测量法进行综合检查,确认隔离开关 2123 控制回路中的其他部分符合电动合闸的要求,遂建议运行操作人员可继续进行隔离开关 2123 的电动合闸操作。运行操作人员随后进行隔离开关 2123 的电动合闸操作,操作成功,故障确认消除。

3 故障原因分析

为了保证高压隔离开关在电网实际运行中的操作既可靠又安全,其控制回路按功能可分为 2 部分:一部分为用于隔离开关分合闸操作的控制回路,另一部分为用于防止隔离开关误操作的联锁回路。这 2 部分回路串联组成高压隔离开关完整的控制回路,见图 2^[7],以图 2 中接线端子号 X1:434 为界,左边回路为分合闸控制回路,右边回路为联锁控制回路。在此次的故障处理中将隔离开关的控制回路一分为二进行原理分析与原因判断,即按照分合闸回路与联锁回路进行故障排查,由于联锁回路具有涉及设备多、节点广的特点,故优先排查联锁回路,通过结合运用电压测量与电阻测量的方法,确定此次故障的故障点为接地开关 2126 乙对应的联锁辅助触点。

由于接地开关 2126 乙采用手动操作,根据其操作原理,可知接地开关 2126 乙对应的联锁辅助触点发生不能导通的可能性原因如下^[8-15]:

- 1) 接地开关 2126 乙配套辅助开关的接头与接地开关操作机构轴之间的连接发生松动,导致当接地开关主刀分闸操作到位时,配套辅助开关不能切换到位;
- 2) 接地开关 2126 乙配套辅助开关的触点长期运



~A、~B—交流控制小母线；1ZKK—单元间隔内所有隔离开关控制电源总开关；3S7—远方/就地转换开关(操作机构箱的)；3S1—隔离开关分/合闸辅助开关；3K2—分闸接触器；3K1—合闸接触器；3Q1—隔离开关2126乙的自动空气开关；3F1—热保护接触器；3S2—手动/电动微动开关；急停按钮；2126甲、2126乙、2126丙—分别为接地开关2126甲、2126乙、2126丙对应的辅助开关触点；212A、212B、212C—断路器212A、B、C三相对应的辅助开关触点；3CJLS—微机防误锁；3S5—分闸按钮；3S4—合闸按钮；3TA1—分闸按钮；3HA1—合闸按钮；2QK—远方/就地转换开关(端子箱的)；YTH—微机测控装置遥控分闸触点；YTHJ—微机测控装置遥控合闸触点。

图2 220 kV 梧侣变电站 220 kV 梧春Ⅱ线隔离开关 2123 控制回路图

Fig. 2 Control circuit diagram of a 220 kV disconnecting switch

行后存在接触不良问题,导致当辅助开关切换到位时,其触点未能相应接通;

3)接地开关 2126 乙存在操作不到位问题,接地开关主刀在分闸操作后虽已目视分闸,但实际并未分闸操作到位,导致配套辅助开关未能切换到位。

为了降低电网设备整体造价,简化设备整体构造,220 kV 敞开式(户外式)高压隔离开关配套的接地开关普遍采用手动操动机构设计,其手动操动机构由凸轮、连杆等组成,利用杠杆原理,以人力为动力进行操作。伴随着电压等级的提高,接地开关的整体构造也不断增大,所需操作力度不断加大,而且由于敞开式(户外式)接地开关完全暴露在大气中,长期运行后受到烟尘、化学气体、盐雾等污秽的影响,导致整体构造发生锈蚀、卡涩,所需操作力度逐步增大,不同的操作人员因其操作力度与操作幅度存在差异,导致在实际的运行操作中对接地开关的操作存在差异,可出现接地开关主刀虽已目视分闸,但其配套辅助开关实际并未切换到位的可能。为了进一步确认故障原因,检修人员在保证操作安全与电网安全的前提下建议运行操作人员对接地开关 2126 乙进行一次合/分闸试操作,并确保操作到位,同时测量接地开关 2126 乙配套的辅助开关触点,确定该辅助开关切换正常,触点电阻值都在正常范围内,可能性原因 1、2 得以排除,确认此次 220 kV 梧春Ⅱ线隔离开关 2123 电动合闸控制失效故障为接地开关 2126 乙分闸操作不到位所致。

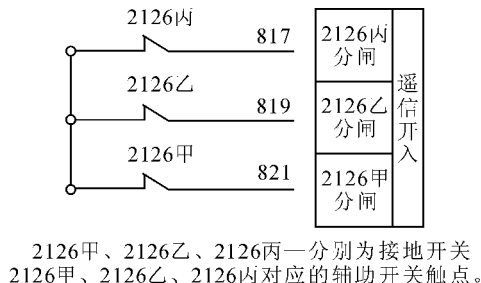
4 整改措施

将单元间隔内接地开关的辅助节点按照一定

的逻辑关系串入相应隔离开关的控制回路,达到防止带接地开关合隔离开关的防误目的,该设计初衷是正确和有效的,即只有满足单元间隔内对应的接地开关处于分闸状态时,才能对隔离开关进行分/合闸控制,有效保护了电网的运行与操作安全。然而,由于接地开关的构造设计、实际安装质量以及长期运行后的影响,加之不同运行操作人员操作力度与操作方式的差异,存在因单元间隔内接地开关分闸操作不到位或接地开关装配质量不满足要求而引起对隔离开关的电动分/合闸控制失效,运行与检修人员时常要去处理类似故障,不仅造成人力、物力、财力上的浪费,而且影响了电网的正常供电运行。为此,结合电力生产的高可靠性要求以及降本增效要求,笔者提出如下的整改措施。

为了降低电网设备成本,简化设备结构,降低控制电缆使用量,高压接地开关对应的微机保护装置一般只设计单一的接地开关(分/合)状态遥信采集节点,另一(合/分)状态依靠微机保护装置的逻辑取反获得,以 220 kV 梧侣变电站 220 kV 梧春Ⅱ线 212 单元间隔的接地开关为例,该单元间隔内接地开关信号回路图见图 3^[6],接地开关 2126 甲、2126 乙、2126 丙分别只设计了单一的分闸状态采集遥信开入点,当接地开关 2126 甲、2126 乙、2126 丙分别对应的常闭辅助触点闭合时,将触发微机保护装置显示对应的接地开关处于分闸状态;否则,微机保护装置将逻辑取反显示对应的接地开关处于合闸状态。在该次隔离开关 2123 电动合闸控制失效故障中,接地开关 2126 乙因分闸操作不到位导致配套的辅助开关切换不到位,由于接地开关 2126 乙

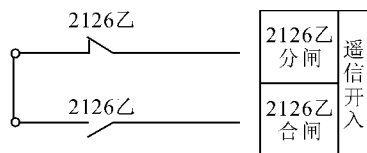
对应的联锁辅助触点与其分闸状态采集触点共用同一个辅助开关,接地开关 2126 乙对应的微机保护装置只是单纯地逻辑取反显示接地开关 2126 乙处于合闸状态,无其他告警信号提示,使得对此次故障的判断与处理很大程度上依赖于检修人员的故障处理经验,故障处理效率因检修人员的不同存在较大的差异,而非依赖于微机保护装置完善有效的信号提示。为了实现不同的检修人员对类似故障都能进行快速有效地分析处理,建议对接地开关对应的微机保护装置进行完善化改造,在相应的微机保护装置中全面加入接地开关辅助节点状态开入量,见图 4,同时设置对应的信号定义与逻辑判断程序。当单元间隔内接地开关的分合状态发生变化时,触发微机保护装置出现对应的信息提示。若接地开关操作不到位(介于合闸与分闸状态之间),微机保护装置经过 10 s 或 20 s 延时逻辑判断后出现“接地开关控制回路断线”或“接地开关操作未到位”等告警提示,以实现对接地开关操作结果的判断由经验性判断向技术性监督的转变,消除接地开关操作结果的不确定性,并利于运行与检修人员快速判断与正确处理类似故障原因,提高故障处理效率与准确性^[17-22]。



2126甲、2126乙、2126丙—分别为接地开关 2126甲、2126乙、2126丙对应的辅助开关触点。

图 3 220 kV 接地开关信号回路图

Fig. 3 Signal circuit diagram of 220 kV grounding switches



2126乙—接地开关 2126乙对应的辅助开关触点。

图 4 完善后的接地开关 2126 乙的信号回路图

Fig. 4 The improved signal circuit diagram of a 220 kV grounding switch

5 结语

通过正确的分析判断,快速处理了 220 kV 梧侣变电站 220 kV 梧春 II 线隔离开关 2123 无法电动合闸控制故障,保证了 220 kV 梧春 II 线 212 单元间隔的入网运行,进而保证电网的供电运行,特

别结合 220 kV 梧春 II 线隔离开关 2123 的控制回路图与接地开关 2126 乙的信号回路图进行综合分析,总结了典型的消缺作业经验,并根据 220 kV 梧春 II 线 212 单元间隔接地开关信号回路图设计方面的不足提出对应的整改措施,以求完善微机保护装置的信号采集与逻辑判断功能,提高运行与检修人员处理类似高压隔离开关控制失效故障的能力与效率,进而提高电网的运行可靠性,实现电力生产“三节约”。

参考文献:

- [1] 郭贤珊.高压开关设备生产运行实用技术[M].北京:中国电力出版社,2008.
GUO Xian-shan.High voltage switchgear operating technology[M].Beijing:China Electric Power Press,2008.
- [2] 苑舜,崔文军.高压隔离开关设计与改造[M].北京:中国电力出版社,2008.
WAN Shun, CUI Wen-jun. Design and reform of high voltage disconnectors[M].Beijing:China Electric Power Press,2008.
- [3] 袁乃志.发电厂和变电站电气二次回路技术[M].北京:中国电力出版社,2004.
YUAN Nai-zhi.The electrical control technology of power plant and substation[M].Beijing:China Electric Power Press,2004.
- [4] 陈轶玮,沈一平.220 kV 变电站防误系统改造设计[J].电力系统保护与控制,2009,37(17):116-118.
CHEN Yi-wei, SHEN Yi-ping. Design of the reformation of 220 kV substation's anti-mistake defense system[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(17): 116-118.
- [5] 徐亮.GW16(17)-220 型高压隔离开关的改造[J].电气时代,2002(3):50-51.
XU Liang.Renovation of GW16 (17)-220 high-tension disconnecting switches[J]. Electric Age, 2002(3): 50-51.
- [6] 罗陆宁.防止隔离开关误操作方式的探讨[J].广东输电与变电技术,2003(2):25-27.
LUO Lu-ning. Discussion on the mode of avoiding operating mistake of disconnector[J]. Guangdong Power Transmission Technology, 2003(2): 25-27.
- [7] 厦门集电电力勘察设计有限公司.220 kV 梧春 II 线 212 刀闸操作原理及端子排图[G].厦门:厦门集电电力勘察设计有限公司,2008.
Xiamen Jixiang Electric Power Design Co.,Ltd..Control circuit diagram of 220 kV disconnecting switches[G]. Xiamen:Xiamen Jixiang Electric Power Design Co.,Ltd., 2008.
- [8] 盛明学,王志清.户外高压隔离开关常见故障的原因分析与处理[J].高压电器,2010,46(10):93-96.
SHENG Ming-xue, WANG Zhi-qing. Cause analysis and treatment of common faults of outdoor high-voltage

- disconnecter[J]. High Voltage Apparatus, 2010, 46(10): 93-96.
- [9] 石建军. 户外高压隔离开关存在的问题和改进措施[J]. 电力学报, 2006, 21(4): 510-512.
- SHI Jian-jun. The faults and improvement of outdoor high-voltage disconnecting switch[J]. Journal of Electric Power, 2006, 21(4): 510-512.
- [10] 杨盘兴. 高压隔离开关运行状况与对策[J]. 华东电力, 2002, 30(6): 19-20.
- YANG Pan-xing. Problems in HV isolating switchgear and its countermeasure[J]. East China Electric Power, 2002, 30(6): 19-20.
- [11] 崔景春, 袁大陆, 宋 昊. 高压隔离开关运行分析及其完善化[J]. 电力设备, 2006, 7(4): 1-6.
- CUI Jing-chun, YUAN Da-lu, SONG Gao. Operation analysis and its perfection for HV switch-disconnector[J]. Electrical Equipment, 2006, 7(4): 1-6.
- [12] 刘清培. 高压断路器控制回路常见问题分析及改进方法[J]. 青海电力, 2008, 27(2): 38-41.
- LIU Qing-pei. Analysis the common problem of high voltage breaker control circuit and its improving method[J]. Qinghai Electric Power, 2008, 27(2): 38-41.
- [13] 吕梅蕾, 沈建位, 汪家养. 基于 MSP430 的三位隔离开关控制器的研制[J]. 电力自动化设备, 2008, 28(6): 97-98.
- LÜ Mei-lei, SHEN Jian-wei, WANG Jia-yang. Controller for three-position isolation switch based on MSP430[J]. Electric Power Automation Equipment, 2008, 28(6): 97-98.
- [14] 王 炜. GIS 设备智能化就地控制柜的应用[J]. 高压电器, 2006, 42(4): 304-306.
- WANG Wei. Application of intelligence on-site control cabinet in GIS[J]. High Voltage Apparatus, 2006, 42(4): 304-306.
- [15] 张军民, 王冠韶, 张丽娜, 等. 集成式 GIS 二次控制器技术[J]. 高压电器, 2008, 44(4): 362-365.
- ZHANG Jun-min, WANG Guan-shao, ZHANG Li-na, et al. Secondary control technology of integrated GIS[J]. High Voltage Apparatus, 2008, 44(4): 362-365.
- [16] 厦门集详电力勘察设计有限公司. 220 kV 梧春 II 线 212 线路控制信号回路图七[G]. 厦门: 厦门集详电力勘察设计有限公司, 2008.
- Xiamen Jixiang Electric Power Design Co., Ltd. Signal circuit diagram of 220 kV grounding switches[G]. Xiamen: Xiamen Jixiang Electric Power Design Co., Ltd., 2008.
- [17] 宋 昊, 李 炜, 宋竹生, 等. 国网公司系统组合电器运行情况[J]. 高压电器, 2009, 45(6): 78-82.
- SONG Gao, LI Wei, SONG Zhu-sheng, et al. Operation condition analysis for GIS in state grid corporation of China[J]. High Voltage Apparatus, 2009, 45(6): 78-82.
- [18] 韩服善. 基于 PLC 的控制系统设计方法研究[J]. 机电一体化, 2008, 14(12): 87-89.
- HAN Fu-shan. The researcher of according to the PLC control system design method[J]. Mechatronics, 2008, 14(12): 87-89.
- [19] 刘建平. PLC 控制系统的设计及提高可靠性的措施[J]. 电气开关, 2007, 45(5): 36-38.
- LIU Jian-ping. Design of PLC control system and measures for its reliability[J]. Electric Switchgear, 2007, 45(5): 36-38.
- [20] 雷 兵, 夏 拥. 500 kV HGIS 隔离开关控制回路设计变更浅析[J]. 高压电器, 2009, 45(1): 107-108.
- LEI Bing, XIA Yong. Design alteration of 500 kV HGIS disconnector control circuit[J]. High Voltage Apparatus, 2009, 45(1): 107-108.
- [21] 张 涛. 隔离开关机构二次回路的完善[J]. 宁夏电力, 2008(6): 33-34.
- ZHANG Tao. The perfection of the secondary circuit for the isolating switch mechanism[J]. Ningxia Electric, 2008(6): 33-34.
- [22] 强宝仁, 高占世. GW4 系列隔离开关运行检修中异常现象的分析与对策[J]. 电力学报, 2007, 22(1): 115-117.
- QIANG Bao-ren, GAO Zhan-shi. The analysis and countermeasures to the abnormal phenomenon in the operation-examination of switch gear in GW4 list[J]. Journal of Electric Power, 2007, 22(1): 115-117.
- 张硕颖(1984—), 男, 本科, 工学学士学位, 助理工程师, 从事 220 kV 及以下变电设备的检修工艺与构造优化研究。

简 讯

清洁能源占西北电网总装机 1/3

西北电网公司近日透露, 目前甘肃河西千万千瓦级风电基地、青海百万千瓦级太阳能发电基地以及黄河中上游水电、汉江和白龙江流域的水电正快速发展。截至 2 月底, 西北水电装机 2 401.5 万 kW, 风电装机 842.2 万 kW、太阳能装机 165 万 kW, 分别占西北电网发电总装机 10 381.9 万 kW 的 23.13%、8.11%、1.59%, 清洁能源共占总装机的 1/3。