

21世纪高等学校规划教材

• 县级电力企业培训教材 •

# 县级电网 电气运行技术

王辑祥 主编  
王庆华 陈新苗 编写



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

21世纪中国电力行业

中国电力出版社

# 县级电网

## 电气运行技术

主编 王 强  
副主编 李 强 王 强  
主 审 王 强



中国电力出版社

已高等学校规划教材

• 县级电力企业培训教材 •

# 县级电网 电气运行技术

主 编 王辑祥  
编 写 王庆华 陈新苗  
主 审 杭乃善



 中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书全面论述了县级电网的电气运行技术,以基本概念、基本原理、基本方法、基本技能及其在运行实践中的应用为重点,结合论述相关新技术、新设备在县级电网中的应用和发展;注重基于“问题”的学习方法,在讲清原理的基础上,说明事故现象,分析事故原因,论证正确处理事故的方法和防止事故的措施,有利于提高读者分析解决工程实际问题的能力。

本书主要作为县级电网电气运行维护人员的培训和自学教材,也可作为高职高专院校电力专业学生的教材或参考资料,还可作为相关技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

县级电网电气运行技术 / 王辑祥主编. —北京: 中国电力出版社, 2012.3

21 世纪高等学校规划教材. 县级电力企业培训教材

ISBN 978-7-5123-2725-2

I. ①县… II. ①王… III. ①电力系统运行—高等学校—教材 IV. ①TM732

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 027728 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2012 年 4 月第一版 2012 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17 印张 402 千字

定价 30.00 元

### 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



# 前言

随着县域经济的快速发展，以及城镇化和新农村建设的推进，县级电力企业管辖的县级电网经过建设和改造，有了很大的发展和提高，新技术、新设备、新材料得到越来越广泛的应用。在这种情况下，加强县级电网运行维护人员的培训，提高他们的技术水平和业务素质，显得尤为重要，这是安全、可靠、优质供电的保证。编者根据长期从事教学和地方电网技术工作的丰富经验，并在讲授许多期县级电网电气运行技术培训班以及原有教材的基础上，编写了本教材，可供县级电力企业作为电气运行培训之用。县级电网的快速发展需要大批的专业技术人才，高职、高专和地方院校电力专业的学生不少会到县级电网工作，本书也可作为他们的教材或参考资料。

本书全面论述了县级电网的电气运行技术，以基本概念、基本原理、基本方法、基本技能以及它们在运行实践中的应用为重点，结合论述相关新技术、新设备在县级电网中的应用和发展。其内容涉及一次接线和断路器的控制；电流互感器、电压互感器及其铁磁谐振的原理和运行分析；输电线路、电力变压器、电力电容器的保护及重合闸的原理分析；电力系统中性点接地方式和接地故障分析；电能计量和远程抄表技术；输电线路的运行维护和事故处理；变电站运行操作和事故处理；变电站综合自动化系统；调度管理与调度自动化等方面。本书内容紧密联系电气运行实际，深入浅出，讲求实效。书中注重基于“问题”的学习方法，在讲清原理的基础上，将运行中的各种事故和问题摆到读者的面前，说明事故的现象，分析事故的原因，论证正确处理事故的方法和防止事故的措施，以提高分析解决工程实际问题的能力。在章后附有习题及思考题，这些习题及思考题大多为运行实践中提出的，有很强的针对性和实用性，可以激发学员积极思考和学习兴趣，加深对相关内容的理解和提高分析能力。本书最后一章还对实验装置的接线和实验内容作了介绍，可以将讲解学习和动手实践结合起来，以提高培训质量和效果。

本书由王辑祥任主编并统稿，王庆华、陈新苗参编。王庆华编写了第 2、3 章的部分内容和第 11 章，并画了全书的插图；陈新苗编写了第 6 章部分内容、第 9 章、第 10 章部分内容；其余章节由王辑祥编写。本书由杭乃善教授主审。

本书的编写得到了广西水利电业集团吴强总工的大力支持，并提出了不少有价值的意见和建议，在此表示衷心的感谢。在编写过程中，参考了书末所列的文献资料，在此向这些参考文献的编著者致以深切的谢意。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不当之处，敬请读者批评指正。

编者

2012 年 1 月

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 概述</b> .....	1
1.1 县级电网的特点 .....	1
1.2 县级电网自动化的现状 .....	2
1.2.1 县级调度自动化系统.....	2
1.2.2 变电站自动化系统 .....	3
1.2.3 县级配网自动化系统.....	4
1.3 智能配电网——县级电网的发展方向.....	5
1.3.1 智能配电网的功能特征.....	5
1.3.2 智能配电网的主要技术内容.....	6
1.3.3 建设智能配电网的作用与意义.....	7
1.4 对县级电力企业培训的思考.....	8
1.4.1 培训内容的重点 .....	8
1.4.2 培训要联系实际 .....	9
1.4.3 培训要遵循“少而精”的原则.....	9
1.4.4 基于“问题”的学习方法.....	9
1.4.5 提高培训质量的关键在教师.....	10
<b>第 2 章 一次接线及断路器控制</b> .....	11
2.1 电气一次接线 .....	11
2.1.1 不分段的单母线接线.....	11
2.1.2 单母线分段接线 .....	11
2.1.3 双母线接线 .....	12
2.1.4 带旁路母线的接线 .....	12
2.1.5 无母线接线 .....	13
2.2 断路器概述.....	13
2.2.1 高压断路器的用途和要求.....	14
2.2.2 高压断路器的分类 .....	14
2.2.3 智能断路器 .....	15
2.3 断路器控制回路接线 .....	16
2.3.1 断路器的跳合闸 .....	18
2.3.2 断路器的“防跳”接线.....	19

2.3.3	信号回路	19
2.4	断路器控制回路的故障分析	20
2.4.1	断路器事故跳闸	20
2.4.2	操作回路故障	20
2.4.3	断路器拒动和跳合闸线圈烧毁事故	22
2.5	二次回路故障的查找	24
2.5.1	查找故障的一般步骤及方法	24
2.5.2	用仪表进行故障检查的方法	25
	习题及思考题	26
<b>第3章</b>	<b>互感器</b>	<b>29</b>
3.1	电压互感器	29
3.1.1	电压互感器的接线方式	29
3.1.2	不完全三角形接线电压互感器分析	31
3.1.3	星形—星形—开口三角接线电压互感器分析	33
3.2	电压互感器的铁磁谐振	34
3.2.1	铁磁谐振的机理	34
3.2.2	铁磁谐振产生的原因	35
3.2.3	铁磁谐振的防止措施	36
3.3	电流互感器	37
3.3.1	电流互感器的接线方式	37
3.3.2	电流互感器二次侧开路	38
3.3.3	互感器极性接反的分析	39
3.3.4	互感器极性的测定	40
3.4	新型互感器	41
3.4.1	新型互感器技术的发展	41
3.4.2	电子式互感器	41
3.4.3	光学互感器	42
	习题及思考题	42
<b>第4章</b>	<b>继电保护</b>	<b>45</b>
4.1	继电保护概述	45
4.1.1	对继电保护的基本要求	45
4.1.2	继电保护的类型	46
4.1.3	继电保护的发展	47
4.2	输电线路的继电保护	47
4.2.1	输电线路的电流保护	47
4.2.2	方向电流保护	50
4.2.3	中性点直接接地系统中的接地保护	53
4.2.4	距离保护	55

4.3	电力变压器的继电保护	57
4.3.1	瓦斯保护	58
4.3.2	变压器的差动保护	58
4.3.3	变压器的后备保护	61
4.4	电力电容器的保护	64
4.4.1	电力电容器内部和外部故障	64
4.4.2	并联补偿电容器组通用保护	65
4.5	自动重合闸与低频自动减载	65
4.5.1	自动重合闸在电力系统中的作用	65
4.5.2	对自动重合闸装置的基本要求	66
4.5.3	单电源线路三相一次重合闸工作原理	67
4.5.4	双电源线路的三相自动重合闸	69
4.5.5	重合闸与继电保护的配合	70
4.5.6	低频自动减载	70
4.6	有小水电、小火电站县级电网的保护	71
4.6.1	有小水电站县级电网的继电保护	71
4.6.2	有小水电站县级电网的自动重合闸	73
4.6.3	事故实例	74
4.6.4	有自备电源企业供电线路的保护	75
4.7	继电保护故障实例分析	77
4.7.1	保护装置质量差造成事故	78
4.7.2	保护整定值不当造成保护误动	78
4.7.3	电流互感器极性接反造成保护误动	79
4.7.4	变压器励磁涌流造成保护误动	79
4.7.5	接线错误造成保护误动或拒动	80
4.7.6	保护方案不当造成保护拒动	81
4.7.7	电流互感器二次开路造成保护拒动	82
4.7.8	两组电压互感器在开关站分别接地引起保护不正确动作	82
4.7.9	取消防跳回路造成断路器多次跳合扩大事故	84
4.7.10	山西电网 7·20 事故	85
	习题及思考题	86
<b>第 5 章</b>	<b>中性点接地方式及接地故障</b>	<b>89</b>
5.1	中性点不接地系统	89
5.1.1	系统正常运行	90
5.1.2	单相完全接地	90
5.1.3	单相不完全接地	91
5.2	中性点经消弧线圈接地系统	91
5.2.1	消弧线圈的工作原理	91



5.2.2	消弧线圈补偿电流的整定原则	92
5.2.3	自动跟踪消弧线圈装置	93
5.3	中性点直接接地系统	93
5.4	小接地电流系统单相接地故障	94
5.4.1	单相接地运行的影响	94
5.4.2	对地绝缘监视接线	95
5.4.3	接地故障的判断	96
5.4.4	接地相的判别	98
5.4.5	接地线路的查找	100
5.4.6	接地分支和区段的查找	101
5.5	小接地电流系统线路断线故障分析	101
5.5.1	各种断线情况分析	101
5.5.2	线路断线的影响	105
5.5.3	线路断线的判断	106
5.6	小接地电流系统接地故障选线	108
5.6.1	选线方法分类	108
5.6.2	中性点不接地系统接地选线	108
5.6.3	中性点经消弧线圈接地系统接地选线	110
5.6.4	小电流接地故障选线存在的问题	110
5.7	小接地电流系统接地故障定位	111
5.7.1	故障分析定位法	112
5.7.2	故障指示器定位	113
5.7.3	信号注入定位法	113
5.7.4	人工故障定位方法	114
	习题及思考题	115
<b>第6章</b>	<b>电能计量与远程抄表</b>	<b>118</b>
6.1	有功电能表的类型	118
6.1.1	感应式电能表	118
6.1.2	脉冲电能表	118
6.1.3	电子式电能表	118
6.1.4	多功能电能表	119
6.1.5	电能表的发展趋势	120
6.2	有功电能表的接线	120
6.2.1	单相有功电能表的接线	120
6.2.2	三相三线有功电能表的接线	121
6.2.3	三相四线有功电能表的接线	121
6.3	电能测量接线的故障分析	122
6.3.1	正确接线的分析	122

6.3.2	电压回路断线	122
6.3.3	相别和极性错误	124
6.4	远程集中抄表系统	125
6.4.1	远程集中自动抄表系统的现状与发展	125
6.4.2	远程集中抄表系统的结构	128
6.4.3	远程集中抄表系统的功能	130
6.4.4	远程集中抄表系统的效益	130
	习题及思考题	133
<b>第7章</b>	<b>架空配电线路</b>	<b>134</b>
7.1	架空配电线路的巡视	134
7.1.1	架空配电线路巡视的目的及分类	134
7.1.2	线路巡视的主要内容	135
7.1.3	设备巡视的主要内容	137
7.2	架空配电线路及设备的维护	137
7.2.1	架空配电线路及设备的主要测量工作	138
7.2.2	配电变压器的加油及调压	139
7.2.3	修剪和砍伐树木	140
7.3	架空配电线路及设备的防雷	140
7.3.1	配电线路和设备的雷害	141
7.3.2	配电线路和设备的防雷措施	142
7.4	架空配电线路事故处理	144
7.4.1	事故处理的主要要求	144
7.4.2	故障的判断及处理	145
7.5	架空配电线路事故实例分析	147
7.5.1	10kV 线路绝缘子损坏引起连续跳闸的事故	147
7.5.2	绝缘子污闪造成的 10kV 线路事故	148
7.5.3	同一档距内导线弧垂不同造成短路断线事故	148
7.5.4	线路导线舞动造成缠绕短路	148
7.5.5	一起人亡车毁的事故	149
7.5.6	未接电的线路带电	149
7.5.7	低压三相四线系统中性线断线	150
7.5.8	配电变压器中性线断线事故	151
7.5.9	变压器低压总开关断开时, 低压线路中性线仍有电	151
7.5.10	10kV 跌落式熔断器一相熔丝熔断	152
7.5.11	由于跌落式熔断器熔丝选择不当造成的事故	152
7.5.12	线路柱上变压器接地线断裂造成的事故	153
7.6	馈线自动化	153
7.6.1	馈线自动化的功能	154

7.6.2	馈线的接线形式	154
7.6.3	就地控制的馈线自动化	155
7.6.4	远方控制的馈线自动化	158
7.6.5	两种馈线自动化方案比较	159
	习题及思考题	160
<b>第 8 章</b>	<b>变电站倒闸操作及事故处理</b>	<b>163</b>
8.1	倒闸操作综述	163
8.1.1	倒闸操作基本概念	163
8.1.2	倒闸操作的要求	163
8.1.3	倒闸操作的步骤	164
8.2	电气设备的操作	165
8.2.1	断路器的操作	165
8.2.2	隔离开关的操作	165
8.2.3	变压器的起停用操作	166
8.2.4	输电线路的停送电操作	166
8.2.5	倒母线操作	168
8.2.6	跌落式熔断器的操作	168
8.3	事故处理的一般规定	168
8.3.1	事故处理的原则	168
8.3.2	值班人员的任务	169
8.4	线路跳闸和接地的事故处理	169
8.4.1	线路断路器自动跳闸	169
8.4.2	线路接地的事故处理	170
8.5	变压器事故处理	171
8.5.1	变压器的事故情况	171
8.5.2	差动保护动作跳闸	171
8.5.3	瓦斯保护动作	171
8.5.4	过流保护动作跳闸	172
8.5.5	变压器油温过高	173
8.5.6	变压器严重漏油或着火	173
8.6	断路器事故处理	173
8.6.1	断路器拒绝合闸	173
8.6.2	断路器拒绝跳闸	174
8.6.3	断路器温度过高	174
8.7	其他电气设备的事故处理	174
8.7.1	隔离开关的事故处理	174
8.7.2	电容器的事故处理	175
8.7.3	互感器的事故处理	176

8.7.4	直流系统接地故障处理	176
8.8	事故实例分析	177
8.8.1	用隔离开关拉开无负荷的线路造成事故	177
8.8.2	10kV 母线接地故障	177
8.8.3	线路短路断路器拒动	177
8.8.4	线路断线并接地事故	178
8.8.5	电容器组串联电抗器烧毁事故	179
8.8.6	听错操作命令造成误操作事故	181
8.8.7	监护不认真负责造成事故	181
8.8.8	值班人员操作错误造成保护误动	182
8.8.9	接线错误致主变压器保护动作跳闸	182
8.8.10	河北电网 1·15 事故	182
	习题及思考题	183
<b>第 9 章</b>	<b>变电站综合自动化</b>	<b>186</b>
9.1	变电站综合自动化系统的结构和功能	186
9.1.1	变电站综合自动化系统结构	186
9.1.2	变电站综合自动化系统的基本功能	187
9.1.3	变电站实现综合自动化的优越性	189
9.2	硬件结构与输入/输出电路	189
9.2.1	装置的典型硬件结构	189
9.2.2	变电站综合自动化的信息量	191
9.2.3	输入/输出电路	192
9.3	变电站综合自动化系统的抗干扰	194
9.3.1	变电站干扰的主要来源	194
9.3.2	干扰的传输途径和模式	195
9.3.3	变电站二次设备的抗干扰措施	195
9.3.4	变电站二次设备的防雷	196
9.4	变电站综合自动化系统日常维护和故障处理	199
9.4.1	变电站综合自动化系统的日常维护	199
9.4.2	变电站综合自动化系统的故障处理原则	200
9.4.3	变电站微机使用维护及常见故障处理	200
9.5	智能化变电站	202
9.5.1	常规变电站主要问题	202
9.5.2	智能变电站功能特点	203
	习题及思考题	204
<b>第 10 章</b>	<b>调度管理及调度自动化</b>	<b>206</b>
10.1	调度管理	206
10.1.1	调度管理的任务	206

10.1.2	县调的主要职责和工作	206
10.1.3	调度管理制度	207
10.1.4	系统运行方式的编制	209
10.2	频率和电压的调整	210
10.2.1	电力系统的频率调整	210
10.2.2	电力系统的电压调整	211
10.3	县级调度自动化的作用和功能	214
10.3.1	县级调度自动化的作用	214
10.3.2	县级调度自动化的功能	215
10.4	县级调度自动化系统配置模式	216
10.4.1	系统配置原则	216
10.4.2	县级调度自动化系统模式的初步划分	217
10.4.3	县级调度自动化系统典型模式	218
10.5	县级调度自动化系统的运行管理	223
10.5.1	基础资料管理	223
10.5.2	日常管理	223
10.5.3	缺陷及故障处理	223
10.5.4	网络安全管理	223
10.5.5	通道管理	223
10.6	县级调度自动化系统的故障处理	224
10.6.1	查找故障的方法	224
10.6.2	故障处理方法	224
	习题及思考题	225
<b>第 11 章</b>	<b>实践训练</b>	227
11.1	断路器控制回路实验	227
11.1.1	电气一次回路接线	227
11.1.2	断路器合跳闸试验	229
11.1.3	控制回路故障试验	231
11.1.4	跳合闸线圈保护实验	232
11.2	互感器实验	232
11.2.1	电压互感器不完全三角形接线实验	232
11.2.2	电压互感器星形—星形—开口三角接线实验	234
11.2.3	电流互感器实验	237
11.3	继电保护实验	239
11.3.1	三段式电流保护实验	239
11.3.2	纵联差动保护实验	241
11.3.3	微机保护实验	244
11.4	小接地电流系统实验	245

11.4.1	中性点不接地系统实验	245
11.4.2	单相接地与其他故障的鉴别实验	248
11.4.3	中性点通过消弧线圈接地系统实验	249
11.4.4	电压互感器铁磁谐振实验	249
11.5	电气测量实验	251
11.5.1	通电测量	251
11.5.2	测量回路错误接线实验	252
11.5.3	电压回路断线实验	254
参考文献		257

# 概 述

县级电网是电力系统相对独立的地方电网，是电力系统的重要组成部分，位置处在电网的末端，属于下层电网，直接和广大用户用电设备相连接，其数量大、覆盖面广，是县域经济发展和城乡人民生活重要的基础设施。农村电网是县级电网的重要组成部分，1998年，我国启动第一次农村电网改造工作，使县级电网的面貌发生了很大变化，农村用电量快速增加，家用电器全面进入农村。但受当时资金、体制等因素的制约，部分地区改造面低，用电问题仍比较突出。随着县域经济的迅速发展，用电量的快速增长，使部分已改造的电网又出现了新的问题，线路“卡脖子”、设备“过负荷”现象十分普遍。为此，2010年我国启动了新一轮农村电网改造升级工程，以适应农村用电需求快速增长的需要，结合推进农村电力体制改革，提升农村电网供电可靠性和供电能力，这对县级电网的发展是一个很好的机遇。

## 1.1 县级电网的特点

我国县级电网的发展很不平衡，在建设规模、用电量、自动化水平方面差别很大，虽然经过电网改造建设已有很大的改观，但从总体来说，与高压输电网和大中城市电网相比，存在较大差距，还处于低水平状态。这主要表现在以下几方面。

### 1. 网络结构薄弱

县级电网除一些县城网络有双电源或环网供电外，大部分为单一电源的不分段的辐射形或树形线路，电网结构薄弱，单主变压器（简称主变）、单回路供电区域较多，变电站之间供电能力差，难以实现负荷转移，致使事故和检修停电范围大、时间长，供电可靠性较低。随着用户对供电可靠性的要求越来越高，电网进一步建设改造的任务十分繁重。

### 2. 供电负荷分散

县级电网大部分为农网，除县城负荷较集中外，其余电网负荷分散而密度小、供电范围大、配电线路长、变电站容量小而分散、负荷的季节性间隙性较强，致使线损率较高、电能质量难于保证、运行管理难度大，因此实现配电自动化的难度很大。

### 3. 事故率较高

县级电网供电范围广、线路长，设备质量水平较低，技术手段简单，由于设备、技术、管理等诸多原因，事故率比较高，短路、断线、接地、雷击、铁磁谐振、保护误动拒动等事故比较常见，而且故障停电时间长、影响范围大，如何防止事故或在事故时缩小影响范围、减少处理时间，以提高供电的可靠性和经济性，是需要认真研究并加以解决的问题。

#### 4. 分布式电源接入

县级电网特别是南方的县级电网，有不少小水电站和小火电厂接入（从长远来看还有风力电源、太阳能光伏电源等再生能源）。例如广西的县级电网范围内，就有数以千计的小水电和数以百计的小火电（主要是糖厂）接入电网。这些分布式电源对地方经济的发展起了积极的作用，但是由于这些电源出力很不稳定、技术水平较低且改变了线路单向供电的情况，技术上对县级电网运行也产生了一些问题：调度管理难度较大，电压调整控制困难，继电保护配合复杂，自动装置难于投入，电能质量难于保证。分布式电源接入电网后产生的问题需要有针对性认真研究解决。

#### 5. 电网自动化水平低

经过电网的改造和建设，县级电网自动化状况有了一定的改善，当然各地区的建设水平有很大差别。目前，虽然有少数县级电网配电自动化和信息化水平已比较高，但就总体而言，还处于低水平状态，要建设成坚强可靠的县级配电网任重而道远。

#### 6. 员工队伍整体素质较低

县级电网的发展以及计算机技术、自动化技术、网络技术、通信技术的广泛应用，需要一批高素质专业技术人才，目前这些条件县级供电企业还相当缺乏。同时，现有的员工队伍特别是一线的运行维护人员整体技术素质较低，加强培训并使培训制度化、常态化，以提高员工队伍整体素质刻不容缓。

随着县域经济的发展、城镇化和新农村建设的加快及人民生活水平的提高，人们对供电可靠性和电能质量的要求越来越高，必须花大力气尽快改善县级电网的落后状况。县级供电企业需要认真结合本级电网的特点，从实际出发，因地制宜切实做好电网规划、企业管理、运行维护、人员培训等各项工作，利用新一轮农村电网改造升级工程的有利时机，大力加强县网的建设。

## 1.2 县级电网自动化的现状

县级电网自动化主要涵盖三个领域，即调度自动化、变电站自动化、配网自动化。县级电网自动化的发展与电网改造建设、计算机软硬件技术、通信技术的发展是密不可分的。

### 1.2.1 县级调度自动化系统

县级调度自动化系统是一个技术不断发展、功能不断扩充的系统，它的发展大致经历了三个阶段。20世纪70年代的调度自动化系统是基于专用计算机和专用操作系统 SCADA（数据采集与监视控制）系统，称为第一代；80年代是基于通用计算机（VAX 系列/VMS 或 PC/DOS）的 EMS（能量管理系统），称为第二代；90年代则是基于 RISC/UNIX（或 PC/Windows）的开放分布式 EMS/DMS 能量管理/配电管理系统，称为第三代。毫无疑问，每前进一步都与计算机及其操作系统的升级有着紧密联系，但每一代的进步都有其各自的目标。可以说：第一代解决了调度员“一双眼睛”问题，也就是说调度员可以借助调度自动化工具对电网运行监视和获取一般的现象及信息；第二代解决了调度员“一双手”的问题，便于调度员对电网的一般性控制和获取安全经济运行的决策依据；第三代解决了调度员“一个大脑”问题，系统通过高级应用程序的快速计算和实时智能分析，帮助调度员对电网深层把握，及时处理



电网可能发生的潜在问题，提供电网改造、扩展的技术依据。

2005 年开发研制出的电力系统自动化一体化应用软件平台，采用统一的实时分布式数据库系统，采用统一标准的网络通信规约和图形界面，使县级电力企业调度自动化、配网自动化、信息管理自动化实现一体化管理成为可能，使企业的现代化管理水平上了一个新的台阶。

县级调度自动化主要存在的问题是：

- (1) 各地区自动化建设水平、应用水平、实用化水平及通信通道建设存在较大差距；
- (2) 县调自动化产品种类繁多、质量参差不齐，给统一的运行、维护和管理带来了困难，与标准化、集约化的要求不符；
- (3) 县级调度自动化建设缺乏高素质的专业技术人才队伍。

### 1.2.2 变电站自动化系统

变电站自动化是将变电站的二次设备（包括测量仪表、信号系统、继电保护、自动装置和远动装置等）经过功能的组合和优化设计，利用先进的计算机技术、现代电子技术、通信技术和信号处理技术，实现对全变电站的主要设备和输、配电线路的自动监视、测量、自动控制 and 微机保护，以及与调度通信等综合性的自动化功能。县级电网中的变电站综合自动化是从 20 世纪 80 年代开始发展起来的，目前已经大量在实际工程中应用，也取得了较好的效果。但是，随着技术的不断发展和实际工程的需要，变电站自动化技术还应在满足相应要求的条件下，不断开阔设计思路，运用新技术、新原理，增强设备功能，优化设备工艺，以满足智能变电站自动化的技术要求。

变电站综合自动化的发展可以分为以下三个阶段。

第一阶段：面向功能设计的集中式 RTU（远动终端）加常规保护模式。20 世纪 80 年代及以前，是以 RTU 为基础的远动装置及当地监控为代表。该类系统实际上是在常规的继电保护及二次接线的基础上增设 RTU 装置，功能主要为与远方调度通信实现遥测、遥信。此类系统称为集中 RTU 模式，目前在一些变电站仍在使用的，此阶段为自动化的初级阶段。

第二阶段：面向功能设计的分布式测控装置加微机保护模式。第二阶段始于 20 世纪 90 年代初期，单元式微机保护及按功能设计的分散式微机测控装置得以广泛应用，保护与测控装置相对独立，通过通信管理单元能够将各自信息送到后台或调度端计算机。其特点是继电保护和按功能划分的测控装置独立运行，应用了现场总线和网络技术，通过数据通信进行信息交换。此系统电缆互联仍较多，扩展性功能不强。

第三阶段：面向间隔、面向对象设计的分层分布式结构模式。第三阶段始于 20 世纪 90 年代中期，随着计算机技术、网络及通信技术的飞速发展，采用按间隔为对象设计保护测控单元，采用分层分布式的系统结构，形成真正意义上的分层分布式自动化系统。

目前各地变电站自动化建设水平差别较大，形成三个阶段自动化系统并存的局面。已完成变电站自动化改造的变电站，在建设及运行过程中凸显出下列问题：

- (1) 二次设备的通信方式复杂凌乱，缺乏统一标准，难以有效地实现各设备之间信息共享，系统可靠性和实时性差；
- (2) 县级电网变电站产品厂家繁多，并且缺少统一的技术规范标准，普遍存在缺乏统一平台的站内管理系统，不同平台、不同厂家产品之间不具备互操作性，极大地影响了系统的整体功能，也影响了系统的可扩展性，人为地增加了系统的维护难度和操作人员的工作负担；