

# **Electric Control system analysis and design of Linhuan Coal Mine's elevator**

## **Abstract**

The mine elevator is named as the throat of mine, and it is the most vital equipment in mine. The elevator change along with distance and energy, and the characteristic of electric drive is very complex. The electrometer move frequently positive and negative, and always run pass load, and electromotion and apply the brake transform continually. The developed electric control system of mine hoist will greatly promote productive efficiency and working safety. In recent years, with the development of our national economy and need for mineral resources, the technical requirements for productive activities of mine were being higher and higher.

At present, Linhuan Coal Mine with adjusting speed of AC series resistance and the Simulating Electronic control system. Now we are facing a problem of technology reform on a large scale at electric control system of mine hoist. The controller of mine elevator come forth new visage, the level of automatization and safety and security arrived at the new altitude, and provided a new and modern manage and monitor means in the design of controls system of mine elevator. The system is credible, the precision of control is high, and can fulfill the requirement of the local manufacturing.

**Key words:** Mine elevator, microcomputer relay protection, electric control design, Silicon Controlled Rectifier

## 表格清单

表 2-1 DD-1000 调速柜技术参数 .....	6
表 2-2 进线柜 SA 接点图表 .....	11
表 2-3 高压开关柜材料表 .....	11
表 2-4 电缆明细表 .....	15
表 3-1 GG-10-03 (z) 高压开关柜技术参数 .....	20
表 3-2 GG-10-03 (z) 高压开关柜外形尺寸 .....	20
表 3-3 LFZJ-10 技术参数 .....	21
表 3-4 过电压保护器技术参数 .....	23
表 3-5 NDM2-100M 自动空气开关技术参数 .....	26
表 5-1 装置参数整定 .....	51
表 5-2 装置定值整定 .....	51
附表一 电缆、插接母线材料表 .....	61
附表二 照明材料表 .....	62

## 插图清单

图 2-1 系统硬件配置图 .....	6
图 2-2 高压配电系统图 .....	7
图 2-3 高压开关柜进线图 .....	8
图 2-4 高压开关柜控制电源图 .....	8
图 2-5 高压开关柜测量环节图 .....	9
图 2-6 高压开关柜输出信号图 .....	9
图 2-7 高压开关柜控制回路 .....	10
图 2-8 1#高压开关柜端子图 .....	12
图 2-9 2#高压开关柜端子图 .....	13
图 2-10 低压配电系统图 .....	14
图 2-11 插接母线示意图 .....	16
图 3-1 热继电器原理结构 .....	29
图 4-1 微机保护系统的基本结构 .....	32
图 4-2 采样保持电路 .....	34
图 5-1 WCP—100 系列保护测控装置操作回路原理 .....	44
图 5-2 硬件配置及逻辑框图 .....	46
图 5-3 装置背板端子 .....	49
附图一 主控台外部接线图 .....	57
附图二 调速柜、励磁柜外部接线图 .....	58
附图三 设备布置平面图 .....	60
附图四 电缆、插接母线布置平面图 .....	60
附图五 照明平面图 .....	62
附图六 接地平面 .....	63
附图七 土建资料图 .....	64

# 独创性声明

本人声明所提交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得合肥工业大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

学位论文作者签名：代慧芳

签字日期2009年6月2日

# 学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解合肥工业大学有关保留、使用学位论文的规定，有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅。本人授权合肥工业大学可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。

(保密的学位论文在解密后适用本授权书)

学位论文作者签名：代慧芳

导师签名：王少强

签字日期：2009年6月2日

签字日期：2009年6月5日

学位论文作者毕业后去向：就业

工作单位：淮北职业技术学院

电话：05613116402(办公), 13965893

通讯地址：淮北职业技术学院机电系

邮编：235000

淮北市相阳路146号

## 致 谢

三年的学习已近尾声，通过三年来的系统学习，使我掌握了坚实的基础理论和系统的专门知识，也使我的业务水平有了很大的提高。而这一切，都要归功于合工大各位老师的深切教诲与热情鼓励。在即将毕业之际，我要感谢三年来所有教育我、关心我的老师们，是他们在我学习期间给了我有力的帮助和鼓励，使我能顺利的完成学业，对此，我表示衷心地感谢！本课题是在我的导师王华强副教授的悉心指导下完成的。一年多来，王教授多次询问课题进程，帮助我开拓研究思路。王教授以其严谨求实的治学态度、高度的敬业精神、孜孜以求的工作作风和大胆创新的进取精神给我树立了榜样。在此谨向王教授致以诚挚的谢意和崇高的敬意。

作者：代慧芳  
2009年5月

# 第一章 绪论

## 1.1 引言

提升机是矿山重要的运输设备，是机械和电气综合组成的一体化大型设备，是矿井地面与井下生产联系的中枢。它担负着提升煤炭、矿石、下放材料、升降人员和设备的任务，素有“矿井咽喉”之称。副井提升机的工作特点是在一定的距离内，按一定周期往复循环动作完成提升任务，因此它必须具备良好的控制性能和完善的保护性能，保证提升系统可靠地运转。矿井设备的好坏直接影响了矿工生命和财产的安全以及生产率，特别是提升机，在安全性可靠性方面要求极高，对其而言较高的可靠性能就是使提升容器按要求快速、准确地到达规定位置，保证矿井提升系统高效长期运行。提升机的安全运行不仅直接影响整个矿井的生产能力，影响着整个煤矿的经济效益，而且还直接影响到矿山生产人员的生命安全。

淮北矿业集团临涣煤矿副井提升机是由西安煤矿设计院设计，上海冶金矿山机械厂生产，上海电气成套厂配套电控的 JKMD-3.5×4 型低速直联落地式多绳摩擦轮提升机。提升机电控部分由直流电动机、同步机、直流发电机组、润滑油冷却系统、强迫通风系统、直流电控及交流辅助机组等组成。系统采用发电机、电动机直流拖动系统，即 F-D 拖动系统。

提升机的同步机、发电机组启动方式采用 6KV 少油断路器串电抗器降压启动，由于频繁启动，对电网和设备的冲击较大（启动电流大于 400A），断路器需经常解体检查更换触头和变压器油。

供电系统的继电保护的 control 对象是一个紧密联系的庞大而复杂的系统，对该系统的监控又是由众多的二次系统来实现的。淮北矿业集团临涣煤矿副井提升机电控系统采用的是传统式的机电式继电器控制，在长期的运行过程中发现它具有如下缺点：首先，维修量大，可靠性差。每次提升过程中由数十个元件，上百个触点共同动作完成。因每个元件都有一定的使用寿命，动作次数多、线路复杂，使用过程中故障率多，查找故障困难，势必带来巨大的维修量。而此系统的安全回路也是由多个电气元件、触点组成。无论哪一个触点出现故障或接触不良，都会带来安全隐患，影响整个提升系统安全可靠的运行。其次，操作繁琐，可靠性差。提升机的启动、加速、停止等提升环节都是由司机操作制动手把和主令控制器手把完成。其操作程序比较复杂、烦琐，在减速段所使用的动力制动电源工作不稳定，可靠性差，导致提升时间长，影响了主提升机的正常运转。第三，效率低，可靠性差，振动大，大量的实时数据不能由地面调度人员及时监测和管理，直接影响到整个矿井的安全运行。

该提升机电控系统自 1985 年 12 月投入使用以来，虽然能基本满足生产的

需要，但仍然存在效率较低，耗电大，安全性能不高，可靠性差，噪音、维护量大等缺点，每年维护费用数万元，且需大量的检修时间。在电力系统的安全运行，提高电能测量的精度，和提高电力系统自动化程度方面逐渐暴露出与之不相适应的弱点，如固有有体积大、磁饱和、铁磁谐振、绝缘结构复杂、动态范围小、使用频带窄，以及爆炸的危险性，同时耗费大量的铜材，远距离传送造成的电位升高等。特别是发电机转子绕组在运行的十五年中曾多次发生升高片与并头套处脱锡开焊和烧坏换向器及绕组事故，直接影响矿井的安全生产，造成较大的经济损失，老系统已无法满足矿井正常生产和安全的要求，因此对其实施更新改造。

## 1.2 微机继电保护的国内外应用现状及发展趋势

### 1.2.1 微机继电保护的国内外应用现状

国内微机保护的研究开始于 70 年代末期，起步较晚，但发展很快。1984 年我国第一套微机距离保护样机在试运行后通过鉴定并批量生产，以后每年都有新产品问世；1990 年第二代微机线路保护装置正式投入运行。目前，高压线路、低压网络、各种主电气设备都有相应的微机保护装置在系统中运行，特别是线路保护已形成系列产品，并得到广泛应用。我国在 2000 年 220kV 及以上系统的微机保护率为 43.99%，线路微机保护占 86%，到 2003 年底，220kV 以上系统的微机保护已占到 70.29%，线路的微机化率达到 97.6%。实际运行中，微机保护的正確动作率要明显高于其他保护，一般比平均正常动作率高 0.2~0.3 个百分点。国产微机保护经过多年的实际运行，依靠先进的原理和技术及良好的工艺已全面超越进口保护。从 80 年代 220KV 及以上电压等级的电力系统全部采用进口保护，到现在 220KV 系统继电保护基本国产化，反映了继电保护技术在我国的长足发展和国产继电保护设备的明显优势。

微机继电保护技术的成熟与发展是近三十年来继电保护领域最显著的进展。经过长期的研究和实践，现在人们已普遍认可了微机保护在电网中无可替代的优势。微机保护具有自检功能，有强大的逻辑处理能力、数值计算能力和记忆能力，并且具备很强的数字通信能力，这一切都是电磁继电器、晶体管继电器所难以匹敌的。计算机技术的进步，更高性能、更高精度的数字外围器件的采用，一直是微机继电保护不断发展的强大动力。

### 1.2.2 未来继电保护技术的发展前景

微机保护经过近 20 年的应用、研究和发展，已经在电力系统中取得了巨大的成功，并积累了丰富的运行经验，产生了显著的经济效益，大大提高了电力

系统运行管理水平。近年来，随着计算机技术的飞速发展以及计算机在电力系统继电保护领域中的普遍应用，新的控制原理和方法被不断应用于计算机继电保护中，以期取得更好的效果，从而使微机继电保护的研究向更高的层次发展，其未来趋势向计算机化，网络化，智能化，保护、控制、测量和数据通信一体化发展。

一、微计算机硬件的更新和网络化发展在计算机领域，发展速度最快的当属计算机硬件，按照著名的摩尔定律，芯片上的集成度每隔 18~24 个月翻一番。其结果是不仅计算机硬件的性能成倍增加，价格也在迅速降低。微处理器的发展主要体现在单片化及相关功能的极大增强，片内硬件资源得到很大扩充，单片机与 DSP 芯片二者技术上的融合，运算能力的显著提高以及嵌入式网络通信芯片的出现及应用等方面。这些发展使硬件设计更加方便，高性价比使冗余设计成为可能，为实现灵活化、高可靠性和模块化的通用软硬件平台创造了条件。硬件技术的不断更新，使微机保护对技术升级的开放性有了迫切要求。网络特别是现场总线的发展及其在实时控制系统中的成功应用充分说明，网络是模块化分布式系统中相互联系和通信的理想方式。如基于网络技术的集中式微机保护，大量的传统导线将被光纤取代，传统的繁琐调试维护工作将转变为检查网络通信是否正常，这是继电保护发展的必然趋势。微机保护设计网络化，将为继电保护的设计和发展带来一种全新的理念和创新，它会大大简化硬件设计、增强硬件的可靠性，使装置真正具有了局部或整体升级的可能。

继电保护的作用不只限于切除故障元件和限制事故影响范围（这是首要任务），还要保证全系统的安全稳定运行。这就要求每个保护单元都能共享全系统的运行和故障信息的数据，各个保护单元与重合闸装置在分析这些信息和数据的基础上协调动作，实现微机保护装置的网络化。这样，继电保护装置能够得到的系统故障信息愈多，对故障性质、故障位置的判断和故障距离的检测愈准确，大大提高保护性能和可靠性。

二、智能化进入 20 世纪 90 年代以来，人工智能技术如神经网络、遗传算法、进化规划、模糊逻辑等在电力系统各个领域都得到了应用，电力系统保护领域内的一些研究工作也转向人工智能的研究。专家系统、人工神经网络(ANN)和模糊控制理论逐步应用于电力系统继电保护中，为继电保护的发展注入了活力。

人工神经网络(ANN)具有分布式存储信息、并行处理、自组织、自学习等特点，其应用研究发展十分迅速，目前主要集中在人工智能、信息处理、自动控制和非线性优化等问题。近年来，电力系统继电保护领域内出现了用人工神经网络(ANN)来实现故障类型的判别、故障距离的测定、方向保护、主设备保护等。例如在输电线两侧系统电势角度摆开情况下发生经过渡电阻的短路就是一非线性问题，距离保护很难正确作出故障位置的判别，从而造成误动或

拒动；如果用神经网络方法，经过大量故障样本的训练，只要样本集中充分考虑了各种情况，则在发生任何故障时都可正确判别。其它如遗传算法、进化规划等也都有其独特的求解复杂问题的能力。将这些人工智能方法适当结合可使求解速度更快。可以预见，人工智能技术在继电保护领域必会得到应用，以解决用常规方法难以解决的问题。

三、自适应控制技术在继电保护中的应用 自适应继电保护的概念始于 20 世纪 80 年代，它可定义为能根据电力系统运行方式和故障状态的变化而实时改变保护性能、特性或定值的新型继电保护。自适应继电保护的基本思想是使保护能尽可能地适应电力系统的各种变化，进一步改善保护的性能。这种新型保护原理的出现引起了人们的极大关注和兴趣，是微机保护具有生命力和不断发展的重要内容。自适应继电保护具有改善系统的响应、增强可靠性和提高经济效益等优点，在输电线路的距离保护、变压器保护、发电机保护、自动重合闸等领域内有着广泛的应用前景。针对电力系统频率变化的影响、单相接地短路时过渡电阻的影响、电力系统振荡的影响以及故障发展问题，采用自适应控制技术，从而提高保护的性能。对自适应保护原理的研究已经过很长的时间，也取得了一定的成果，但要真正实现保护对系统运行方式和故障状态的自适应，必须获得更多的系统运行和故障信息，只有实现保护的计算机网络化，才能做到这一点。

四、变电所综合自动化技术 现代计算机技术、通信技术和网络技术为改变变电站目前监视、控制、保护和计量装置及系统分割的状态提供了优化组合和系统集成技术的基础。高压、超高压变电站正面临着一场技术创新。实现继电保护和综合自动化的紧密结合，它表现在集成与资源共享、远方控制与信息共享。以远方终端单元（RTU）、微机保护装置为核心，将变电所的控制、信号、测量、计费回路纳入计算机系统，取代传统的控制保护屏，能够降低变电所的占地面积和设备投资，提高二次系统的可靠性。

### 1.3 论文的主要工作

(1) 查阅了大量国内外相关文献，对国内外微机综保的发展概况、现状作了较为详细的介绍。

(2) 根据煤矿副井提升机电控改造要求和煤矿安全规程，分析并设计了淮北矿业集团临涣煤矿硬件电控系统。

(3) 根据淮北矿业集团临涣煤矿副井提升机电控改造要求，设计了微机综保软件系统。

## 第二章 电控系统的电路设计

### 2.1 淮北矿业集团临涣煤矿情况介绍

淮北矿业集团临涣煤矿于 1977 年动工兴建, 1985 年 12 月 28 日投产。矿井年生产能力 150 万吨, 服务年限 120 年。由于当时经济技术条件的限制, 主电动机采用的是发电机-电动机组直流拖动方式, 响应速度慢, 占地面积大, 噪音大, 损耗大, 可靠性差, 维护困难; 供电系统的保护是用机电式继电器控制, 效率低, 可靠性差, 振动大, 大量的实时数据不能由地面调度人员及时监测和管理, 直接影响到整个矿井的安全运行。原有系统越来越不能适应现代化煤矿的发展需求, 而计算机、微电子技术的发展, 给这个老煤矿的改造提供了技术层面的支持。

### 2.2 系统电路图设计

#### 2.2.1 系统硬件配置图

由于煤井提升机关系着矿工生命和国家财产的安全, 是矿山重要的运输设备, 属于电力负荷中的一类负荷, 不允许中断供电, 所以本系统采用双独立电源供电。两路 6KV 电源取自本矿 35KV/6KV 变电所不同母线。

系统中设有两台整流变压器, 根据矿山需要选择的是山东金曼克变压器公司开发的 ZSC-9/1600 整流变压器, 它是一种环氧树脂真空浇注干式变压器, 具有低噪声、低损耗、过载能力强、机械强度高、电子性能可靠等特点。ZSC (B) 型产品是按照 IEG. 500. 1701 生产的, 在没有特殊的约定时, 在使用中要求按照标准 GB50150-91、DL/T596-1996 的有关规定使用。

#### (1) ZSC-9/1600 整流变压器技术参数

电压组合:  $6 \pm 5\%/0.69$  (KV)

阻抗电压: 6%

联接组别: Dd0 或 Dy5

空载损耗: 2700W

负载损耗: (120°C): 13500W

本体尺寸: 1810X1240X1810(Dd0)

#### (2) 调速柜

调速柜使用的是中冶新融电气技术有限公司生产的 DD-1000, 它是以国外知名品牌的直流调速产品和具有自主知识产权的晶闸管功率部件为核心模块的直流调速柜, 广泛应用于冶金、矿山、石化等行业; 具有全自动控制, 调速范围宽, 低速性能好, 响应快, 可靠性高等优点, 可实现可逆及不可逆运行。

DD-1000 调速柜技术参数见表 2-1。

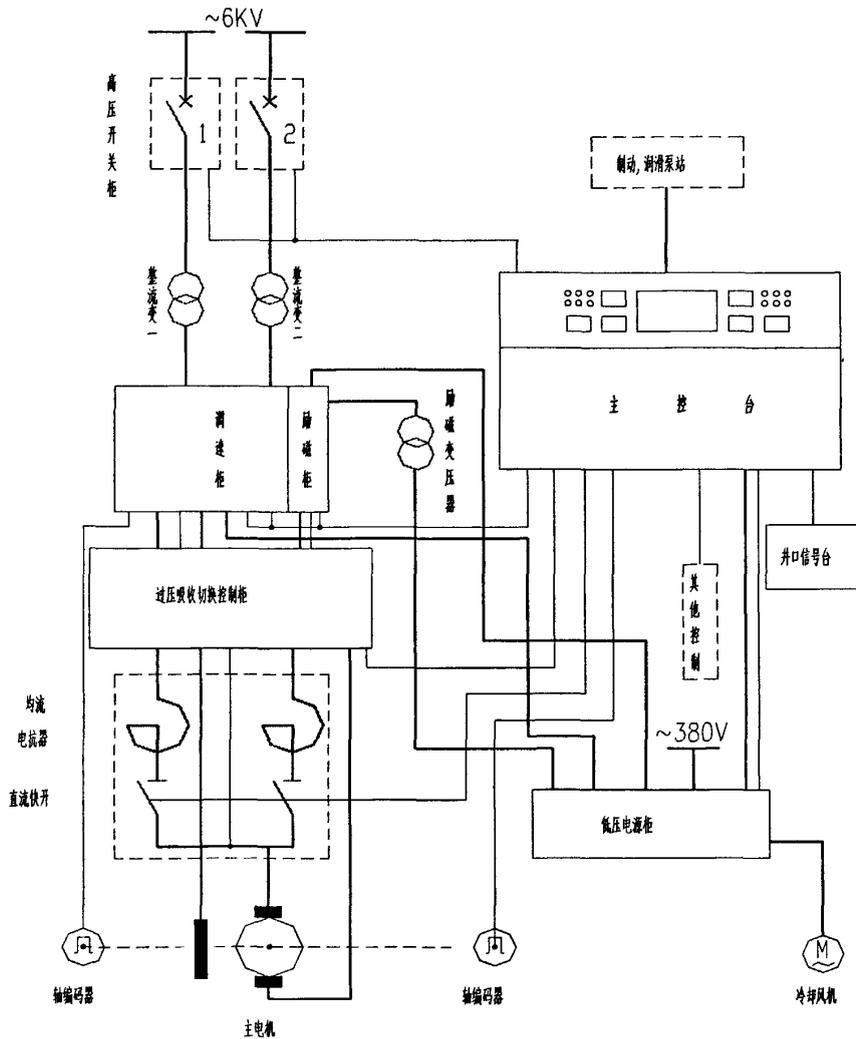


图 2-1 系统硬件配置图

表 2-1 DD-1000 调速柜技术参数

供电电压	660V
额定输出电流（单柜）	DC1000A
控制方式	转速、电流双闭环控制；四象限运行；自动弱磁升速
冷却方式	自冷，或风机强制通风冷却
湿度范围	相对湿度≤85%，不允许有凝露
防护等级	IP20~IP54

另外电路中的过压吸收切换控制柜用于过压保护，均流电抗器和直流快开进行短路和过流保护，主控台能反应系统运行状态，并方便操作员对系统操作控制。

### 2.2.2 高压配电系统图

系统高压配电采用双回路电源供电，有两台高压开关柜 GG-10-03 (Z) 完成对系统高压配电。

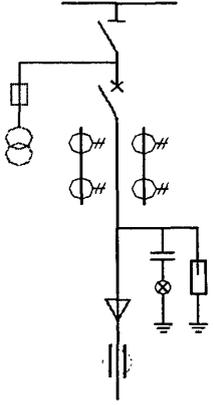
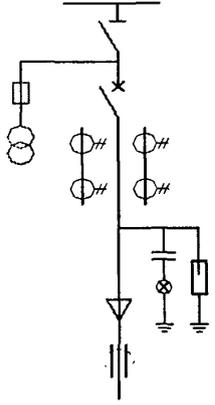
主接线单线图  额定电压 ~6KV			
		开关柜编号 1#	开关柜编号 2#
开关柜型号		GG-10-03 (Z)	GG-10-03 (Z)
主要设备	高压隔离开关(上)	GN19-10C/630	GN19-10C/630
	操作机构	CS6	CS6
	真空断路器	WVS-12/630-25	WVS-12/630-25
	电流互感器	LFZJ-10 200/5	LFZJ-10 200/5
	零序电流互感器	YC-LJK $\phi$ 100	YC-LJK $\phi$ 100
	过电压保护器	KY2-B/10.5-II	KY2-B/10.5-II
	开关状态模拟指示仪	CX-KZX9000	CX-KZX9000
	变压器(操作电源用)	DC-2000/6/0.22	DC-2000/6/0.22
	熔断器	RN2-6/0.5	RN2-6/0.5
	微机综保	WCP-116	WCP-116
进出线电缆型号规格		VV22-6000 3X95	VV22-6000 3X95
出线负荷		1250kVA 1#	1250kVA 1#

图 2-2 高压配电系统图

### 2.2.3 1#、2#高压开关柜二次原理图

这几个图是高压开关柜内二次设备按照一定的要求相互连接，构成对一次设备进行监测、控制、调节、和保护二次回路。

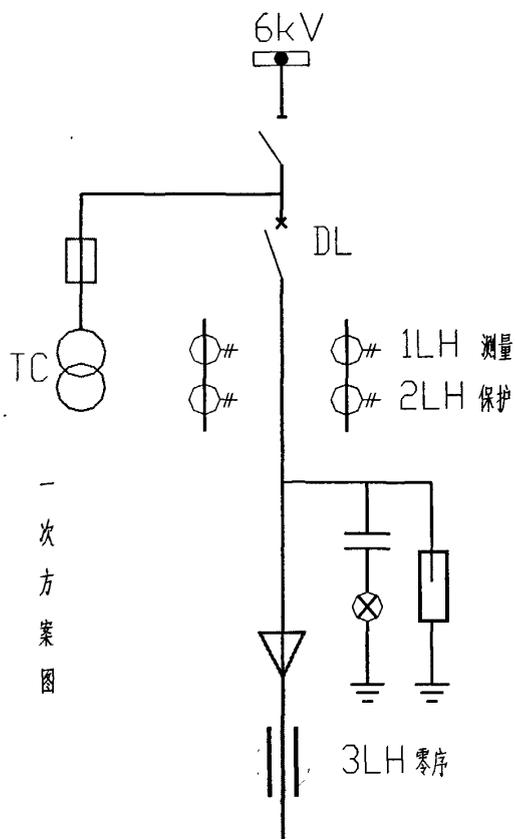


图 2-3 高压开关柜进线图

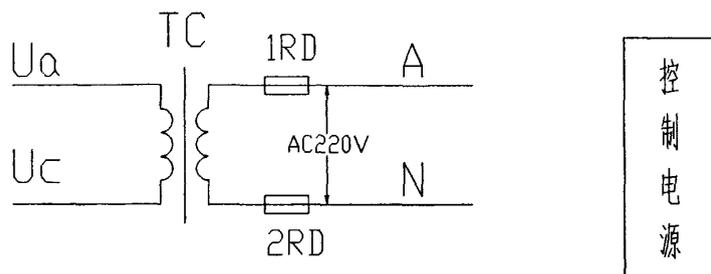


图 2-4 高压开关柜控制电源图

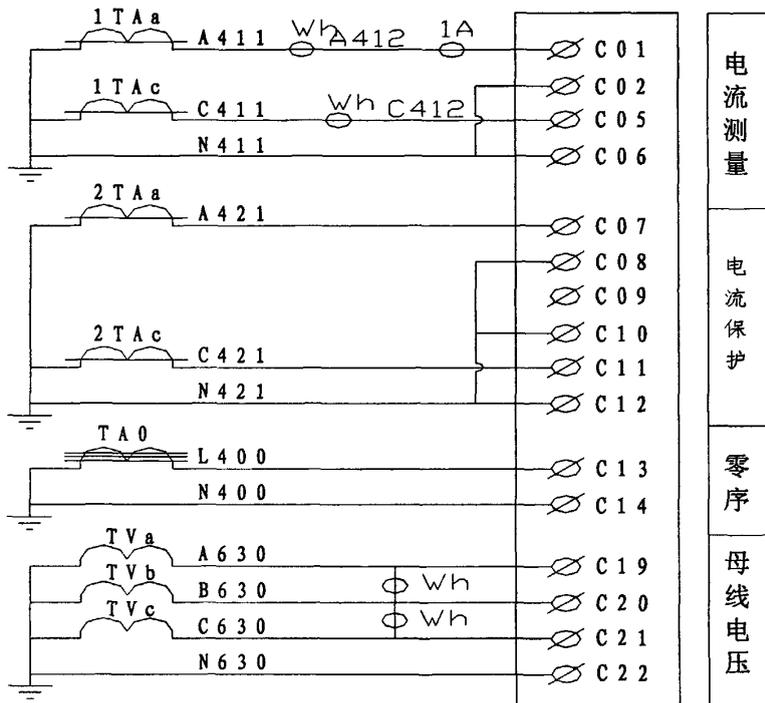


图 2-5 高压开关柜测量环节图

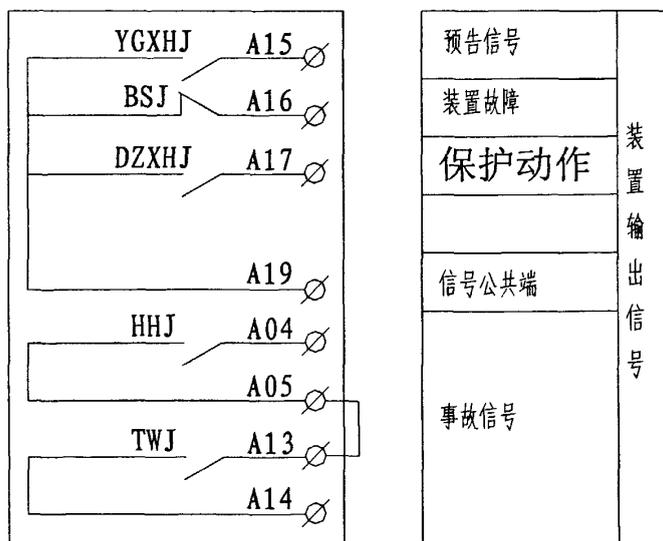


图 2-6 高压开关柜输出信号图

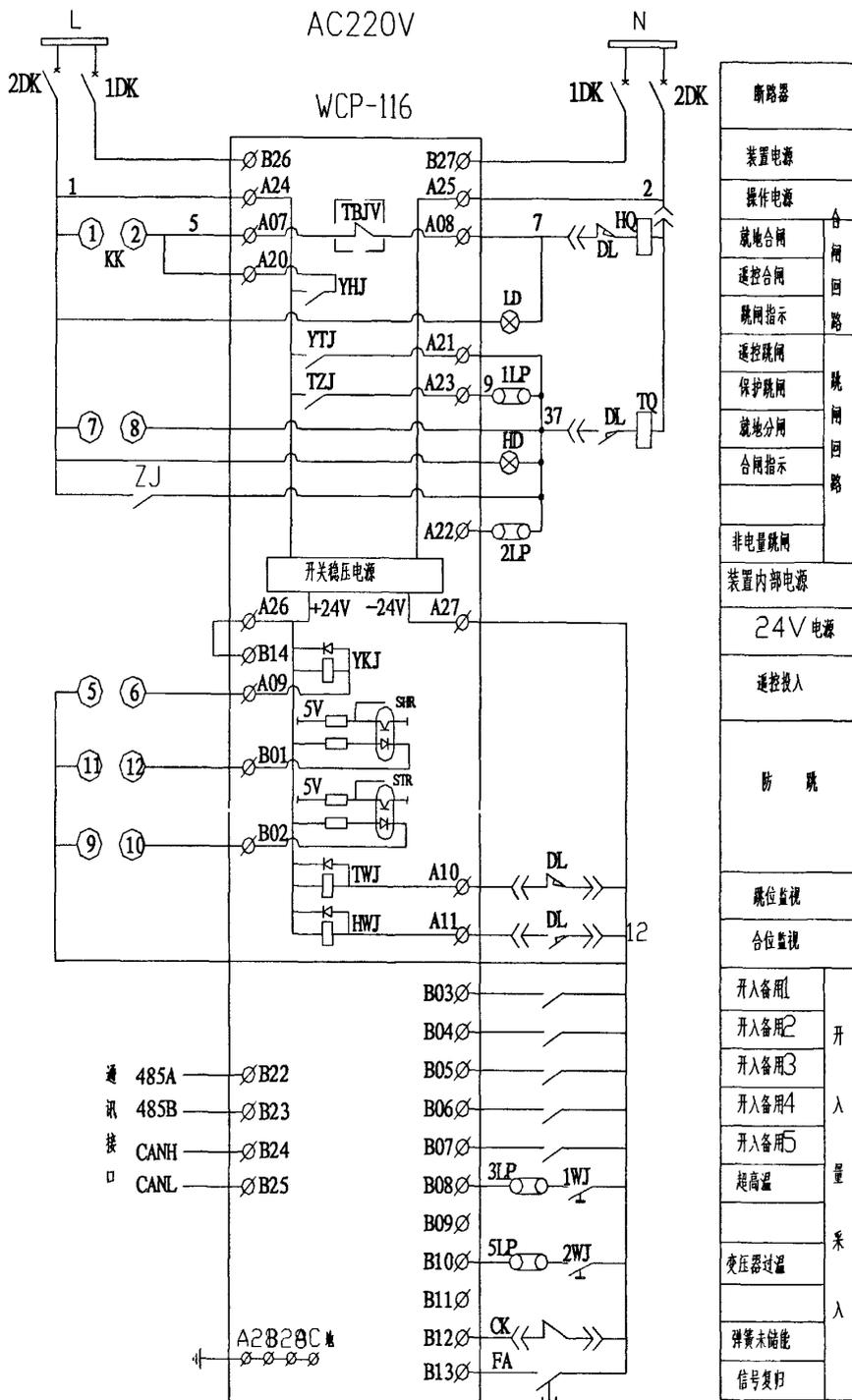


图 2-7 高压开关柜控制回路

表 2-2 进线柜 SA 接点图表

运行方式 \ 接点		1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
跳闸	←	—	—	—	×	—	×
远控	↑	—	—	×	—	—	—
合闸	→	×	—	—	—	×	—

表 2-3 高压开关柜材料表

WCP	断路器	WCP-116	1	
1~2RD	熔断器	gF1-16/16A	2	
2zk	断路器	C45N-2P/5A	1	
A	电流表	42L6-A	1	
ZJ	中间继电器	AC220V	1	
Wh	多功能电表	PD194-CD194E-9S4	1	
CK	管能馈电开关			
DL	断路器辅助开关			
TQ, HD	脱、合闸线圈			
LD, HD	指示灯	AD11-25/21	2	红绿各一
FA	复位按钮	LA18-22	1	黑色
KK	控制开关	LW12-16D/3	1	
1~6LP	压板	YY1-D	6	
2DK	断路器	C45N-2P/10A	1	
1DK	断路器	C45N-2P/3A	1	
代号	名称	型号规格	数量	备注

### 2.2.4 1#、2#高压开关柜端子图

高压开关柜端子图详细给出了开关柜内各端子与外部各电器的连接方向。

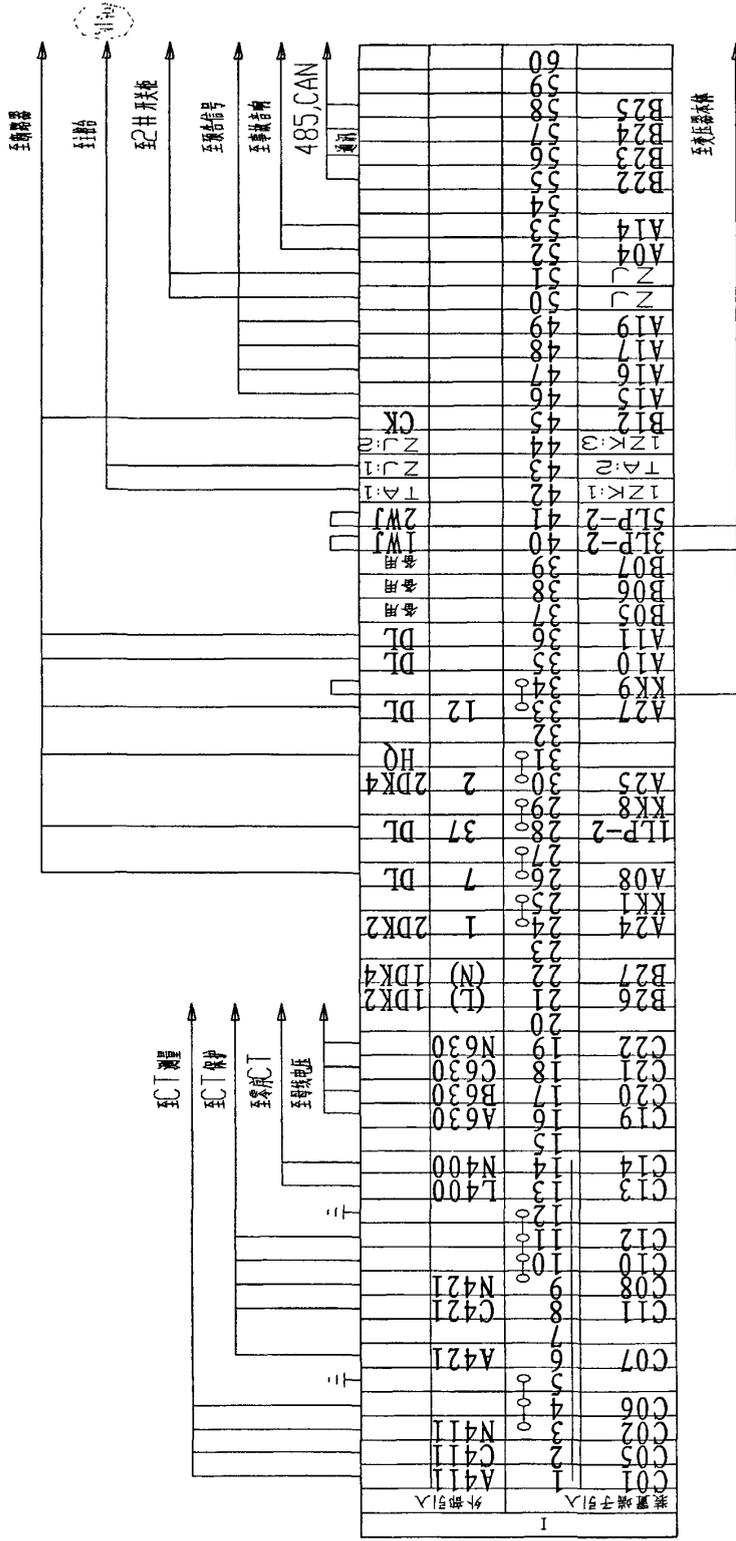


图 2-8 1#高压开关柜端子图



## 2.2.5 低压配电系统图

该图介绍了本系统各低压动力及照明线路的供电情况。

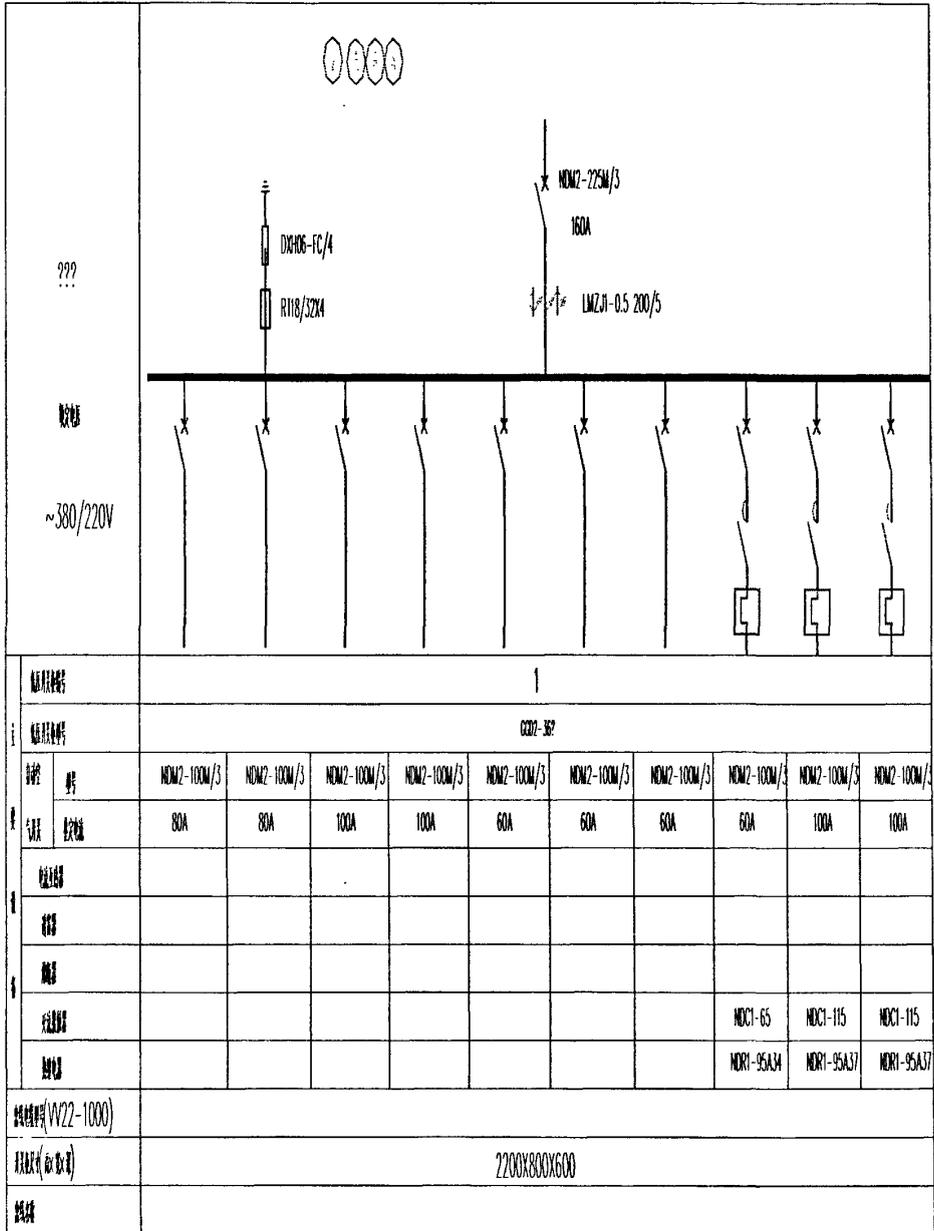


图 2-10 低压配电系统图

### 2.2.6 电缆明细表

该表详细介绍了全系统所用电缆的起点、终点、型号、规格及长度等。

表 2-4 电缆明细表

				5	规格 100
			KVV22-500 7X1.5	6	200
			KVV22-500 5X1.5	3	40
①	进	变频器		4	规格 100
②	进	控制柜	KVV22-500 5X1.5	4	200
③	进	柜	KVV22-500 5X1.5	3	50
④	进	变频器	KVV22-500 5X1.5	2	40
⑤	进	柜	KVV22-500 10X1.5	7	100
⑥	进	柜	KVV22-500 5X1.5	4	150
⑦	进	柜	KVV22-500 7X1.5	5	100
⑧	进	变频器	KVV22-500 5X1.5	2	120
⑨	进	柜	KVV22-500 5X1.5	2	150
⑩	进	柜	KVV22-500 7X2	5	50
⑪	进	柜		2	规格 100
⑫	进	柜	KVV22-500 5X1.5	4	50
⑬	进	柜	KVV22-500 5X1.5	4	50
⑭	进	柜	KVV22-500 5X1.5	3	50
⑮	进	柜	KVV22-500 7X1.5	6	50
⑯	进	柜	KVV22-500 5X1.5	2	50
⑰	进	柜	KVV22-500 5X1.5	3	50
⑱	进	柜			
⑲	进	柜		6	规格 100
⑳	进	变频器		4	规格 100
㉑	进	柜	KVV22-500 5X1.5	4	5
㉒	进	柜	KVV22-500 5X1.5	4	5
㉓	进	柜	KVV22-500 7X1.5	6	5
4	①	变频器	柜	ANC-2A 3X1250 -1000V	15
5	②	柜	变频器	ANC-2A 200610D -1000V	206
6	③	柜	变频器	ANC-2A 200610D -1000V	207
7	④	柜	变频器	VV22-1000 3X0	207
8	⑤	柜	变频器	VV22-1000 3X25	8
9	⑥	柜	变频器	VV22-1000 2X25	8
10	⑦	变频器	柜	ANC-2A 100600 -1000V	15
11	⑧	变频器	柜	ANC-2A 100600 -1000V	15
12	⑨	变频器	柜	ANC-2A 100600 -1000V	15
13	⑩	变频器	柜	ANC-2A 100600 -1000V	13
14	⑪	变频器	柜	ANC-2A 100600 -1000V	7
15	⑫	变频器	柜	ANC-2A 100350 -1000V	23
16	⑬	变频器	柜	ANC-2A 100350 -1000V	26
17	⑭	变频器	柜	VV22-1000 2X25	30
18	⑮	变频器	柜	VV22-1000 4X25	20
19	⑯	变频器	柜	VV22-1000 4X16	20
20	⑰	变频器	柜	VV22-1000 4X6	20
21	⑱	变频器	柜	VV22-1000 4X16	30
22	⑲	变频器	柜	VV22-1000 4X16	20
23	⑳	变频器	柜	VV22-1000 4X50	90
24	㉑	变频器	柜	VV22-1000 4X4	400
25					
26					

### 2.2.7 主控台外部接线图

主控台外部接线图主要给出的是系统各部分和主控台的连接状况（见附图一）。

## 2.2.8 插接母线示意图

该图详细介绍了系统各部分之间的母线连接情况。

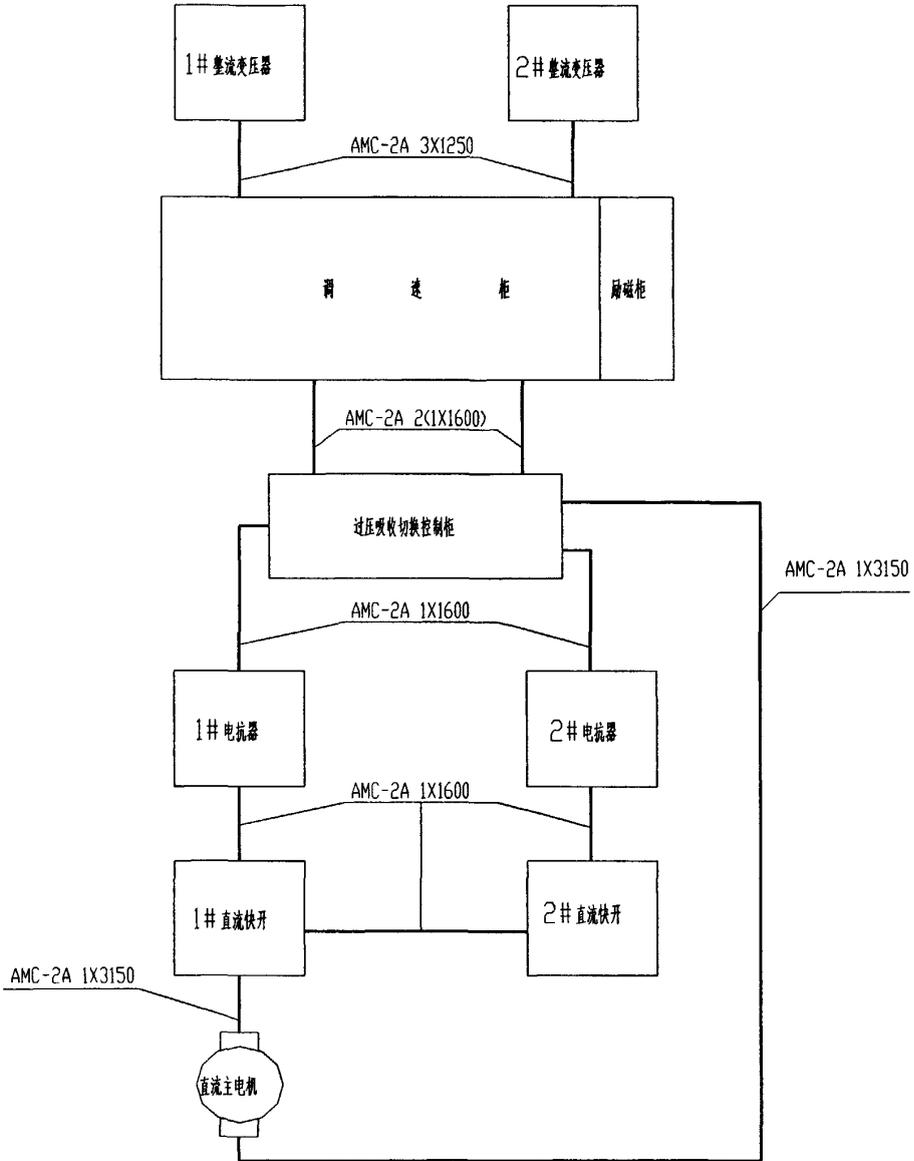


图 2-11 插接母线示意图

### 2.2.9 调速柜、励磁柜外部接线图

调速柜、励磁柜外部接线图给出了调速柜和励磁柜分别与系统其它设备间的电路连接（见附图二）。

### 2.2.10 设备布置平面图

设备布置平面图给出了主电动机、整流变压器、调速柜、励磁柜等电器设备在室内的准确位置（见附图三）。

### 2.2.11 电缆、插接母线布置平面图及材料表

该图详细介绍了系统所用电缆、插接母线所在位置及电缆、插接母线的型号规格、长度、数量等（见附图四及附表一）。

### 2.2.12 照明平面图

该图主要给出本系统所用灯具、开关、电线等电器的型号规格、数量及位置（见附图五及附表二）。

### 2.2.13 接地平面图

该图主要给出本系统中的接地线位置（见附图六）。

### 2.2.14 土建资料图

该图主要为土建施工提供详实的技术支持（见附图七）。

## 第三章 系统电路分析

### 3.1 高压开关柜

高压开关是指用于电力系统发电、输电、配电、电能转换和消耗中起通断、控制或保护等作用、电压等级在 3.6kV~550kV 的电器产品，主要包括高压断路器、高压隔离开关与接地开关、高压负荷开关、高压自动重合与分段器，高压操作机构、高压防爆配电装置和高压开关柜等几大类。高压开关制造业是输变电设备制造业的重要组成部分，在整个电力工业中占有非常重要的地位。

#### 3.1.1 高压开关柜的组成及元器件

##### 一、开关柜的组成：

开关柜应满足 GB3906-1991"3-35 kV 交流金属封闭开关设备标准的有关要求，由柜体和断路器二大部分组成，开关柜具有架空进出线、电缆进出线、母线联络等功能。柜体由壳体、电器元件(包括绝缘件)、各种机构、二次端子及连线等组成。柜体的功能单元主要有：

- 1)主母线室(一般主母线布置按“品”字形或“1”字形两种结构)
- 2)断路器室
- 3)电缆室
- 4)继电器和仪表室
- 5)柜顶小母线室
- 6)二次端子室

##### 二、柜内电器元件：

1. 柜内常用一次电器元件(主回路设备)常见的有如下设备：

电流互感器简称 CT [如：LZZBJ9-10]

电压互感器简称 PT [如：JDZJ-10]

接地开关 [如：JN15-12]

避雷器(阻容吸收器) [如：HY5WS 单相型；TBP、JBP 组合型]

隔离开关 [如：GN19-12、GN30-12、GN25-12]

高压断路器 [如：少油型(S)、真空型(Z)、SF6 型(L)]

高压接触器 [如：JCZ3-10D/400A 型]

高压熔断器 [如：RN2-12、XRNP-12、RN1-12]

变压器 [如：SC(L)系列干变、S 系列油变]

高压带电显示器 [GSN-10Q 型]

绝缘件 [如：穿墙套管、触头盒、绝缘子、绝缘热缩(冷缩)护套]

主母线和分支母线

高压电抗器 [如串联型:CKSC 和起动电机型:QKSG]

负荷开关 [如:FN26-12(L)、FN16-12(Z)]

高压单相并联电容器 [如:BFF12-30-1] 等等

2. 柜内常用的主要二次元件(又称二次设备或辅助设备,是指对一次设备进行监察、控制、测量、调整和保护的低压设备),常见的有如下设备:

继电器,电度表,电流表,电压表,功率表,功率因数表,频率表,熔断器,空气开关,转换开关,信号灯,电阻,按钮,微机综合保护装置等等。

三、高压开关柜的“五防”

1、高压开关柜内的真空断路器小车在试验位置合闸后,小车断路器无法进入工作位置。(防止带负荷合闸)

2、高压开关柜内的接地刀在合位时,小车断路器无法进合闸。(防止带接地线合闸)

3、高压开关柜内的真空断路器在合闸工作时,盘柜后门用接地刀上的机械与柜门闭锁。(防止误入带电间隔)。

4、高压开关柜内的真空断路器在工作时合闸,合接地刀无法投入。(防止带电挂接地线)

5、高压开关柜内的真空断路器在工作合闸运行时,无法退出小车断路器的工作位置。(防止带负荷拉刀闸)

我国现在大量生产和广泛使用的固定式高压开关柜主要有 GG-10 型。这种开关柜采用新型开关器,柜内空间较大,便于检修而且技术性能成熟。

### 3.1.2 GG-10-03 (z) 高压开关柜

#### 一、产品性能

GG-10-03 (z) 高压开关柜用于 3—12KV 三相交流 50Hz 单母线旁路系统作为接受与分配电能的固定式开关设备。柜内装设真空断路器或真空断路器与操作机构为一体的组合电器,具有灭弧能力强,点寿命和机械寿命长,无火灾和爆炸危险等优点。特别适用于城乡电网,工矿企业频繁操作,投切电容器组和高层建筑等场合。该柜具有性能可靠结构简单维护方便,“五防”功能齐全是城乡电网建设中较为理想的高压开关设备。

#### 二、型号含义

GG-10-03 (z) 型高压开关柜符号含义为:

G——高压开关柜;

G——固定式;

10——设计序号;

03——一次线路方案编号；

z——内部为真空断路器

三、性能指标如表 3-1、3-2:

表 3-1 GG-10-03 (z) 高压开关柜技术参数

额定电压 (KV)	10
最高工作电压 (KV)	12
额定电流 (A)	630, 1250, 2000, 3150
额定短路开断电流 (KA)	20, 25, 31.5, 40
动稳定电流峰值 (KA)	50, 63, 80, 1000
4S 热稳定电流有效值(KA)	20, 25, 31.5, 40
额定断路关合电流峰值 (KA)	50, 63, 80, 1000

表 3-2 GG-10-03 (z) 高压开关柜外形尺寸

操作方式	电磁 弹簧
外形尺寸(mm)	高 3150 宽 1218 深 1225
安装尺寸	左右 1060 前后 1060
重量 (kg)	850

#### 四、结构概述

基本结构骨架由 50 X 50 X 5 等边角钢焊接而成，其它面板、门、隔板及侧板均为薄钢板制成，前左上部为仪表门，其上安装监视仪表，指示操作元件及继电器，电度表等；左中部为操作板，安装操动机构，操作板右侧地长门内安装二次回路端子排，及柜内照明灯，右侧为上下两扇门由此可进入检修电气设备，柜内由隔板将其分隔为上中下三部分，上部为主母线和母线侧隔离开关，中部为断路器室供安装断路器和电流互感器，下部为电缆室，内装下隔离开关和电缆。也可装联络母线。

具有完善的“五防”功能和可靠地机械闭锁功能。

#### 3.1.3 高压开关柜内的高压电器

##### 一、变压器

系统中设有两台整流变压器，选择的是山东金曼克变压器公司开发的 ZSC-9/1600 整流变压器，给主电动机提供直流电源；一台励磁变压器，给系统提供 3 80/220VR 的低压动力电源和照明电源。

##### 二、高压熔断器 RN2-6

高压熔断器 RN2 主要用于 3~35KV 电力系统短路保护和过载保护。其中 RN2-6 专门用于作电压互感器的短路保护。其断流容量为 1000MVA，最大开断电流 85KV。在短路时以限制线路电流到最小值的方式进行瞬间开断，1 分钟内熔断电流在 0.6~1.8A 范围内。

### 三、高压电流互感器 LFZJ-10 200/5

#### 1、产品简介

电流互感器是一次系统和二次系统间的的联络元件，分别向测量仪表、继电器的电压线圈和电流线圈供电，以便正确反映电气设备的正常运行和故障情况。

高压电流互感器 LFZJ-10 为半封闭式浇绝缘，户内型产品。适用于户 10KV、50HZ 的交流电力系统中，作电流、电能功率测量及继电保护用。

#### 2、技术参数如表 3-3:

表 3-3 LFZJ-10 技术参数

产品型号	额定电流	准确级及额定输出		
		0.2	0.5	1
LFZJ-10	20/5	15	20	20
	30/5			
	40/5			
	50/5			
	75/5			
	100/5			
	150/5			
	200/5			
	300/5			
	400/5			
	500/5			
	600/5			
	800/5			
	1000-1500/5			
2000-6000/5				

### 三、高压熔断器 RN2-6

高压熔断器 RN2 主要用于 3~35KV 电力系统短路保护和过载保护。其中 RN2-6 专门用于作电压互感器的短路保护。其断流容量为 1000MVA，最大开断电流 85KV。在短路时以限制线路电流到最小值的方式进行瞬间开断，1 分钟内熔断电流在 0.6~1.8A 范围内。

#### 四、真空断路器 WVS-12/630-25

WVS 系列户内高压真空断路器是江苏明及电气公司自主研发的具有国内领先水平的新一代 12kV 真空断路器。它的主要特征是主导电回路安装在全封闭的三相绝缘筒内，操动机构与主导电回路前后布置。WVS-12G 型固封式高压真空断路器主要特征是主导电回路采用固体绝缘方式的固封极柱形式，这是采用特殊的嵌入技术，将具有超低电阻值的真空灭弧室和导电零部件浇注在环氧树脂中来实现主导电回路的固体绝缘。操动机构为新型弹簧操动机构，结构简单、动作可靠。

WVS-12 型系列户内高压真空断路器用于运行环境好的场合,WVS-12G 型固封式高压真空断路器用于运行环境恶劣的场合。可广泛用于电厂、电网、冶金、石化、造纸、城市基础设施建设如机场、楼宇、地铁等项目。WVS 系列真空断路器在配电系统中，可适用于控制和保护电缆、架空线、变压器、电动机、发电机和电容器组。

WVS 系列真空断路器拥有完善的机械和电气联锁装置，同时具有极高的操作可靠性与使用寿命，配合相适应的开关柜可完成安全的配电功能，确保操作者和设备的安全。

#### 五、过电压保护器 KY2-B/10.5

随着真空开关的日益广泛应用，其强开断能力引发的各类操作电压，对电力设备的保护提出了新的课题，由于我国中压电网的一些特殊性，常规中压避雷器对这类操作过电压不敏感，起不到保护作用。三相组合式过电压保护器（又称 YH 三相组合式避雷器）正是为了解决这一难题而出现的新产品。

本次设计选择的是浙江中开电气公司生产的过电压保护器 KY2-B，该产品采用四星型连接法（俗称三叉戟式接法）设置公共中性点，不但可以大大降低相间过电压，而且相对地保护水平也有质的提高，真正起到了对真空开关操作过电压的有效限制。该产品为复合绝缘、结构小巧紧凑、整体硫化全封闭成型，选用优质金属氧化物阀片和瓷吹特种间隙，工作特性高、安全、方便、特别适合与 KYN、XGN、GBC、JYN、GZS 等不同型号的中压成套开关柜配套使用，或直接安装在小型箱式变电站内。

##### 1、用途及执行标准

本产品使用于交流中压 3-660KV 电力系统，用于防止主要由真空开关产生的操作过电压对电力设备的侵害，同时兼有防雷的功能。

本产品属新技术产品，完全对应的国家标准尚在制订中，仅出台一部分。我公司产品技术标准，主要参考 GB11032-2000《交流无间隙金属氧化物避雷器》、JB/T9672-2005《有串联间隙金属氧化物避雷器》和 DL/T620-1997《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》标准制订，并按照已经出台的 JB/T10496-2005《三相组合式无间隙金属氧化物避雷器》和尚未出台的《三相

组合式有串联间隙金属氧化物避雷器》标准报批稿进行修订后执行。

1) 采用四只元件星型接法设计, 从而使各相地、相间的过电压都得到保护; 结构上的巧妙配合, 使一台组合式避雷器起到六台普通避雷器的作用, 同时克服了三只避雷器不能保护相间过电压的缺点。

2) 组合式结构, 外形小重量轻, 安装灵活, 极大地利用和缩减了使用空间; 特别适合在开关柜内安装。

3) 硅橡胶外套整体模压一次成形, 具有良好的密封、耐污、防爆、防潮性能, 介电强度高、抗漏痕、抗电蚀、耐热、耐寒、耐老化。

2、过电压保护器技术参数如表 3-4:

表 3-4 过电压保护器技术参数

系统 额定 电压 kV	避雷器 额定 电压 kV	接线 方式	1.2/50 $\mu$ s 冲击放电 电压 $\geq$ kV <sub>p</sub>	工 频 放电电压 <kV	标称放电电 流下 残 压 $\geq$ kV	方波冲击电 流耐受 2ms <A	备注	
6	7.6	相-相	38.0	17.0	22	400	电 站 型	
		相-地	35.0	16.0	22			
10	12.7	相-相	56.0	29.0	36	400		
		相-地	50.0	26.0	36			
35	42	相-相	144	92	124	400		
		相-地	134	82	116			
6	7.6	相-相	38.0	17.0	22	400		并 联 补 偿 电 容 器 组
		相-地	35.0	16.0	22			
10	12.7	相-相	56.0	29.0	36	400		
		相-地	50.0	26.0	36			
35	42	相-相	144	92	124	400		
		相-地	134	82	116			
6.3	7.6	相-相	21.0	16.0	20	400	保 护 旋 转 电 动 机	
		相-地	19.0	15.0	16			
10.5	12.7	相-相	33.0	26.0	33	400		
		相-地	30.0	23.0	25			
6.3	7.6	相-相	21.0	16.0	20	400	保 护 旋 转 发 电 机	
		相-地	19.0	15.0	16			
10.5	12.7	相-相	33.0	26.0	33	400		
		相-地	30.0	23.0	25			
6.3	4.8	相-地	12.0	9.0	10	250	电 机 中 性 点 保 护	
10.5	6.0	相-地	19.0	15.0	16	250		

3、使用条件

环境温度: 不高于+40°C 不低于-40°C

海拔高度：不超过 2000 米。

电源频率：50±2Hz

地震烈度：7 级及以下

最大风速：35m/s

免清扫条件：中等污秽及以下地区

对无间隙氧化物产品，长期施加的工频电压不得超过避雷器持续运行电压；对有间隙氧化物产品，安装点短时工频电压升高不得超过避雷器额定电压；对瓷吹阀式碳化硅产品，安装点短时工频电压不得超过避雷器灭弧电压。

## 3.2 GGD2-36 低压开关柜

### 3.2.1 GGD2-36 低压开关柜简介

#### 一、用途及特点

本次设计使用的 GGD2 型交流低电压配电柜适用于发电厂、变电站、厂矿企业等电力用户作为交流 50 赫兹，额定工作电压 380V，额定工作电流 1500A-6000A 的配电系统中，作为动力、照明及配电设备的电能转换，分配与控制之用。

GGD2 型交流低电压配电柜是根据电力部主管部门、广大电力用户及设计部门的要求，本着安全、经济、合理、可靠的原则而设计的新型低压配电柜。产品具有分段能力高，动热稳定性好、应用广泛、合理、电气方案切合实际、系列性、适应性强等特点。

GGD2 型交流低压配电柜符合 IEC60439 《低压成套开关设备和控制设备》、GB7251.1 《低压成套开关设备和控制设备第四部分:型式试验和部分形式试验成套设备》等标准。

#### 二、技术参数

额定工作电压 380V

额定绝缘电压 660V

额定工作频率 50Hz

额定工作电流 630-4000A

额定短路开断电流 15、30、50kA

额定短时耐受电流 15、30、50kA/1s

额定峰值耐受电流 30、63、105kA

本产品采用通用柜的形式，按模块原理设计，组合方便，实用强，具有现代感的产品造型。

### 3.2.2 GGD2-36 低压开关柜内的低压电器

#### 一、自动空气开关

##### 1、自动空气开关的作用

自动空气开关又称自动空气断路器，是低压配电网络和电力拖动系统中非常重要的一种电器，它集控制和多种保护功能于一身。自动空气开关是一种可以用手动或电动分、合闸，而且在电路过负荷或欠电压时能自动分闸的低压开关电器。可用于非频繁操作的出线开关或电动机的电源开关。除了能完成接触和分断电路外，尚能对电路或电气设备发生的短路、严重过载及欠电压等进行保护，同时也可以用于不频繁地启动电动机。

##### 2、自动空气开关的特点

自动空气开关具有操作安全，使用方便，工作可靠，安装简单，动作后(如短路故障 排除后)不需要更换元件（如熔体）等优点。

##### 3、自动空气开关的结构

自动空气开关不管哪一种，尽管构造比较复杂，但其工作原理基本是一样的。它的构造是由触头系统、灭弧系统、保护装置及传动机构等几部分组成。触头系统由传动机构的搭钩闭合而接通电源与负载。过流线圈的磁力不足以使铁芯吸合，欠压线圈的磁力反而使铁芯吸合。当因故超载或短路使电流增大到某一数值时，过流线圈立即吸合铁芯，铁芯带动杠杆把搭钩顶开，使触头打开，电路分断。如由于某种原因使电压降低，欠压线圈吸力减小，衔铁被弹簧拉开，同样带动杠杆把搭钩顶开，使触头打开，电路分断。除此以外，还装有热继电器作为过载保护，当负载过载时，由于双金属片弯曲，同样将搭钩打开，使触头分断，可以起过载保护作用。

#### 二、NDM2-100M 自动空气开关

##### 1、适用范围

本次设计使用的 NDM2 系列塑料外壳式断路器(以下简称断路器)，是上海良信电气公司的产品，其额定绝缘电压为 800V(NDM2-63 为 500V)，适用于交流 50Hz(或 60Hz),额定工作电压 690V(NDM2-63 为 400V),额定工作电流至 800A 的电路中做不频繁转换及电动机不频繁起动之用。断路器具有过载、短路和欠电压保护功能,能保护线路和电源设备不受损坏。

断路器按照其额定极限短路分断能力，分为 C 型(基本型)、L 型(标准型)、M 型(较高分断型)、H 型(高分断型)四种。该断路器具有体积小、分断能力高、飞弧短、抗振动等特点。

##### 2、技术参数如表 3-5:

表 3-5 NDM2-100M 自动空气开关技术参数

型号	NDM2—100				NDM2—400				NDM2—630			
壳架等级 额定电流 Inm(A)	100				400				630			
额定电流 n(A)	100				225、250、315、350、400				400、500、630			
额定极限短路分断能力级别	C	L	M	H	C	L	M	H	C	L	M	H
额定工作电压 Ue(ACV)	400		690	400	400	690	400	400	690	400		
额定绝缘电压 Ui	800				800				800			

## 二、交流接触器

### 1、接触器的作用

接触器是一种自动化的控制电器。接触器主要用于频繁接通或分断交、直流电路，具有控制容量大，可远距离操作，配合继电器可以实现定时操作，联锁控制，各种定量控制和失压及欠压保护，广泛应用于自动控制电路。其主要控制对象是电动机，也可用于控制其它电力负载，如电热器、照明、电焊机、电容器组等。

接触器按被控电流的种类可分为交流接触器和直流接触器。这里主要介绍常用的交流接触器。交流接触器又可分为电磁式和真空式两种。

### 2、电磁式交流接触器的结构

接触器主要由电磁系统、触点系统、灭弧系统及其它部分组成。

①电磁系统：电磁系统包括电磁线圈和铁心，是接触器的重要组成部分，依靠它带动触点的闭合与断开。

②触点系统：触点是接触器的执行部分，包括主触点和辅助触点。主触点的作用是接通和分断主回路，控制较大的电流，而辅助触点是在控制回路中，以满足各种控制方式的要求。

③灭弧系统：灭弧装置用来保证触点断开电路时，产生的电弧可靠的熄灭，减少电弧对触点的损伤。为了迅速熄灭断开时的电弧，通常接触器都装有灭弧装置，一般采用半封式纵缝陶土灭弧罩，并配有强磁吹弧回路。

④其它部分：有绝缘外壳、弹簧、短路环、传动机构等。

### 3、电磁式交流接触器的工作原理

当接触器电磁线圈不通电时，弹簧的反作用力和衔铁芯的自重使主触点保持断开位置。当电磁线圈通过控制回路接通控制电压(一般为额定电压)时，电磁力克服弹簧的反作用力将衔铁吸向静铁心，带动主触点闭合，接通电路，辅助接点随之动作。

### 4、NDC1-65 交流接触器

NDC1 (Z) -09~95 系列交流接触器是上海良信电器公司的产品，主要用于交流 50Hz (或 60Hz)，额定绝缘电压为 690V，在 AC-3 使用类别下额定工作电压为 400V 时额定工作电流为 9A~95A 的电路中，供远距离接通和分断电路及频繁起动、控制交流电动机；并可与适当的热过载继电器组成电磁起动器，以保护可能发生过负荷的电路。

#### 1) 主要技术参数：

额定工作电压 (U<sub>e</sub>):

NDC1 (Z) -09~95: 400V、690V ; AC-3 400V

额定工作电流 (I<sub>e</sub>) 范围: NDC1 (Z) -09~95A

线圈额定控制电压 (U<sub>s</sub>):

NDC1-09~95: AC: 24V、48V、110V、220V、380V

NDC1Z-09~95: DC: 24V、48V、110V、220V

工作条件和安装条件:

环境温度: -5℃ ~ +40℃

海拔: ≤2000m

污染等级: “污染等级 3”

安装类别: “安装类别 III”

安装方式: 螺钉安装、35mm、75mm 标准卡规安装 (NDC1-40~95、NDC1Z-40~95)

#### 2) 应用:

供远距离接通和分断电路及频繁起动、控制交流电动机；并可与适当的热过载继电器组成电磁起动器，以保护可能发生过负荷的电路。“TH”防护处理，可以在湿热的环境中使用。

### 3) 结构设计特点：

① 直动式，双断点。分断能力高，体积小。

② 模块化设计，组合功能强。产品本体上可以加辅助触头、通电/断电延时触头等模块；也可以很方便地组成可逆接触器、星-三角起动器；线圈接线端还可以加装时间延时器、线圈浪涌抑制模块等各种功能模块。

③ 外观新颖，独特外观设计兼防尘功能。

### 4) 材料精选：

① 壳体、线圈骨架：A3X2G5 (PA66-GF25FR) 塑料强度高，韧性好，漏电起痕指数高，灭弧性能好。

② 线圈：QA-1/180，耐温等级高，电导率高，保证高频率操作性能；

③ 触桥：铍青铜，弹性好，强度高，导电性能好；

④ 铁芯：DW350，磁损小，功耗低；

⑤ 触点：双面银氧化镉 (Ag-CdO (12))，导电性好、抗熔焊性及耐电磨损性能高。

⑥ 弹簧：进口不锈钢弹簧钢丝，保证产品触头压力，保障接触电阻和触头温升。

### 5) 过程控制：

① 先进检测设备，百分之百检测，保证产品的一致性；

② 独立编号、独立档案，记录了每台产品的超程、开距、吸合电压、释放电压、功耗，唯一喷码编号保证产品可追溯性。

③ 百分之百检测耐压，保证产品额定绝缘电压。

④ 百分之百早期失效检测，保证产品的可靠性。

## 三、热继电器

1、热继电器原理结构如图 3-1：

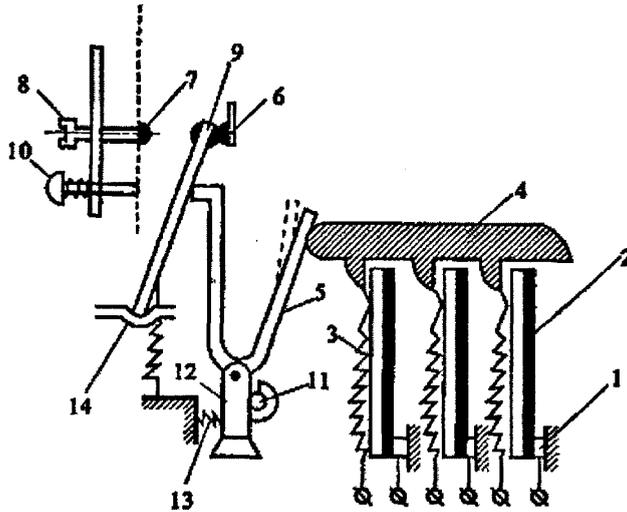


图 3-1 热继电器原理结构

## 2、热继电器的作用及工作原理

热继电器是用于电动机或其它电气设备、电气线路的过载保护的电器。电动机在实际运行中，如拖动生产机械进行工作过程中，若机械出现不正常的情况或电路异常使电动机遇到过载，则电动机转速下降、绕组中的电流将增大，使电动机的绕组温度升高。若过载电流不大且过载的时间较短，电动机绕组不超过允许温升，这种过载是允许的。但若过载时间长，过载电流大，电动机绕组的温升就会超过允许值，使电动机绕组老化，缩短电动机的使用寿命，严重时甚至会使电动机绕组烧毁。所以，这种过载是电动机不能承受的。过载电流通过热元件后，使图中双金属片 2 加热弯曲去推动动作机构 4 和 5 来带动触点动作，从而将电动机控制电路断开实现电动机断电停车，起到过载保护的作用。热继电器就是利用电流的热效应原理，在出现电动机不能承受的过载时切断电动机电路，为电动机提供过载保护的电器。鉴于双金属片受热弯曲过程中，热量的传递需要较长的时间，因此，热继电器不能用作短路保护，而只能用作过载保护。

## 3、NDR1-95 型热继电器

本次设计使用的 NDR1-95 型热继电器是上海良信电器公司的产品。

### 1) 技术参数:

- ① 额定绝缘电压  $U_i$ : 690V
- ② 控制电源电压  $U_s$ : AC220V、AC380V
- ③ 整定电流范围: 0.1A~40A (NDR1-38)    23A~95A (NDR1-95)
- ④ 脱扣等级: 10

### 2) 工作条件和安装条件:

① 储存温度-40℃~70℃

② 工作温度-5℃~55℃

3) 应用：用于三相交流电路和电动机的过载、起动时间过长、堵转、缺相、断相保护及相电流不平衡的保护。

4) 特点：

① 脱扣精度高，重复精度高达±8%，

② 智能微处理器控制，产品设置有完善合理和协调配合的时间—电流保护特性

③ 电流整定直观准确，用精密电阻器实现整定电流的调节

④ 提供过载预报警，检测到过载电流信号时，绿色 LED 闪烁报警。

⑤ 带双稳态输出动作机构，辅助触头为电气上可分开的 1 常开和 1 常闭触头

⑥ 功耗低、节能，整台产品功耗低于 0.2W，远低于双金属片式热继电器。

⑦ 适应温度范围宽，有温度补偿。

⑧ 产品外观呈流线型，精巧美观

## 第四章 微机综合保护概要

### 4.1 继电保护技术的发展

继电保护装置是保证电力系统安全运行的重要设备。满足电力系统安全运行的要求是继电保护发展的基本动力。快速性、灵敏性、选择性和可靠性是对继电保护的四项基本要求。为达到这个目标，继电保护专业技术人员借助各种先进科学技术手段作出不懈的努力。经过近百年的发展，在继电保护原理完善的同时，构成继电保护装置的元件、材料等也发生了巨大的变革。继电保护装置经历了机电式、整流式、晶体管式、集成电路式、微机保护系统及综合自动化等不同的发展阶段。

应用微型计算机或微处理机构成的继电保护。1965年已开始计算机保护的研究工作，但由于在价格、计算速度和可靠性方面的原因，发展缓慢。70年代初、中期，大规模集成电路技术的飞速发展，微型计算机和微处理机问世，价格大幅度下降，计算速度不断加快，可靠性也大为提高，微机继电保护的研制随之出现高潮，到70年代后期已趋于实用。

### 4.2 微机继电保护技术简介

#### 4.2.1 微机保护概述

目前我国企业供电系统的继电保护装置，主要由机电型继电器构成，少数由晶体管型继电器构成。随着经济和技术的发展，许多新建和改建的大中型企业变电所都采用了自动化水平更高的微机保护。

由数字式电子计算机控制的继电器保护装置，主要是以微处理器（或单片微处理器）为基础的数字电路构成的，简称微机保护。微机保护装置的核心是中央处理单元及其数字逻辑电路和实时处理程序。微机保护充分利用了计算机的存储记忆、逻辑判断和数值运算等信息处理功能，克服了模拟式（机电型）继电器的不足，可以获得更好的工作特性和更高的技术指标。

微机保护充分利用了计算机技术上的两个显著优势：高速的运算能力和完备的存贮记忆能力，以及采用大规模集成电路和成熟的数据采集，A/D模数变换、数字滤波和抗干扰措施等技术，使其在速动性、可靠性方面均优于以往传统的常规保护，而显示了强大生命力，与传统的继电保护相比，微机保护有许多优点，其主要特点如下：

一、改善和提高继电保护的動作特征和性能，正确動作率高。主要表现在能得到常规保护不易获得的特性；其很强的记忆力能更好地实现故障分量保护；可引进自动控制、新的数学理论和技术，如自适应、状态预测、模糊控制及人

工神经网络等，其运行正确率很高，已在运行实践中得到证明。

二、可以方便地扩充其他辅助功能。如故障录波、波形分析等，可以方便地附加低频减载、自动重合闸、故障录波、故障测距等功能。

三、工艺结构条件优越。体现在硬件比较通用，制造容易统一标准；装置体积小，减少了盘位数量；功耗低。

四、可靠性容易提高。体现在数字元件的特性不易受温度变化、电源波动、使用年限的影响，不易受元件更换的影响；且自检和巡检能力强，可用软件方法检测主要元件、部件的工况以及功能软件本身。

五、使用灵活方便，人机界面越来越友好。其维护调试更方便，从而缩短维修时间；同时依据运行经验，在现场可通过软件方法改变特性、结构。

六、可以进行远方监控。微机保护装置具有串行通信功能，与变电所微机监控系统的通信联络使微机保护具有远方监控特性。

综上所述，微机保护与传统保护相比，具有可靠性高、灵活性强、调试维护量小、功能多等优点。

#### 4.2.2 微机保护的基本原理和结构

微机保护系统一般包括数据采集系统、计算机系统和开关量输入/输出系统，如图 4-1 所示。

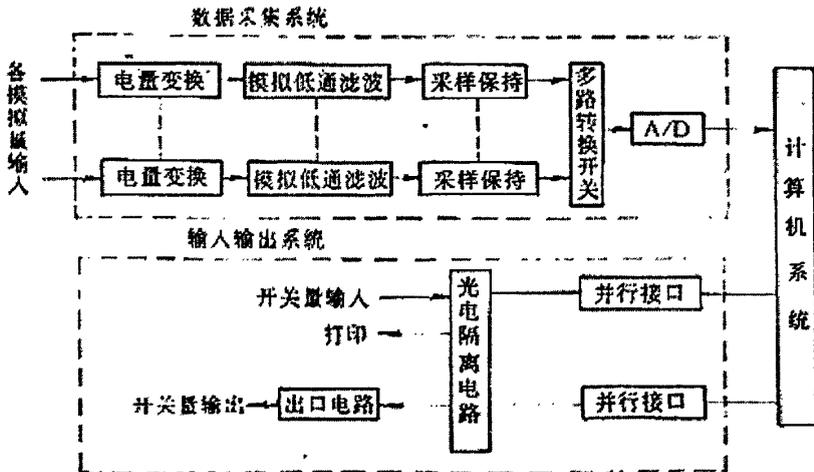


图 4-1 微机保护系统的基本结构

##### 一、计算机系统

上图中计算机是保护的中心，它担负着计算电力系统的有关电量和判定系统是否发生故障，然后决定是否发出跳闸命令及是否发出信号命令的重要任务。此外，计算机还要输入有关计算和操作程序，并输出一些信息供运行人员分析

事故。

## 二、开关量输入 / 输出系统

开关量输入 / 输出系统担负着完成各种保护的出口跳闸、信号警报、外部接点输入及人机对话等功能，它由若干并行接口适配器(PIA 或 PIO)，光电隔离器件及中间继电器等组成。

微机保护中通常要求输入信号为 $\pm 5V$  或 $\pm 10V$  的电压信号，这是由所采用的模数转换器所决定的。而从被保护的电力线路或电气设备的电流互感器、电压互感器或其它变换器上取得的二次数值对微机电路是不适用的，所以需要进行电量变换。电量变换一般采用中间变换器来实现。

## 三、数据采集与处理系统

电力系统的电量都是模拟量，而数字继电保护的实现则是基于由微型计算机对数字量进行计算和判断。数据采集系统担负着将模拟量准确地转换为数字量的任务。

数据采集系统包括电压形成、低通滤波 (ACF)、采样保持 (S/H)、多路转换开关以及模数转换 (A/D) 等模块。它的任务是将模拟量转换成数字量。数据处理系统包括中央处理单元 (CPU)、只读存储器 (EPROM) (一般用于存储保护的各种程序)、电可擦除可改写存储器 (E2PROM) (一般用于存储保护的各种定值)、随机存取存储器 (RAM) (一般用于存储故障的各种信息) 和定时器等模块。它的任务是对数据进行分析处理完成各种保护功能。开关量输入和输出系统包括并行接口适配器 (PIA 或 PIO)、光电隔离电路、出口电路等模块。它的任务是完成保护的出口跳闸、发信、打印、报警、人机对话等功能。

### 1、采样保持

由于输入信号是模拟量，因此信号在进入微型计算机之前首先进行采样并保持。采样就是把一个时间连续函数信号变换为对时间离散的信号。

采样保持就是在采样时刻上测量模拟量的瞬时值，并按需要准确地保持一段时间。采样保持的功能由采样保持电路来实现。

图 4-2 所示为简化的采样保持电路。它主要由输入放大器 A1、输出放大器 A2、保持电容 Ch 和采样保持电子控制开关组成。为了使 Ch 上的电压能迅速跟踪输入信号，要求 A1 具有很高的输入阻抗和很低的输出阻抗。同时也要选取高输入阻抗的运放 A2 以便在保持阶段使 Ch 不易泄放其电荷。此外，作为输出放大级的 A2，还要求它具有很低的，输出阻抗，以增强带负载能力。

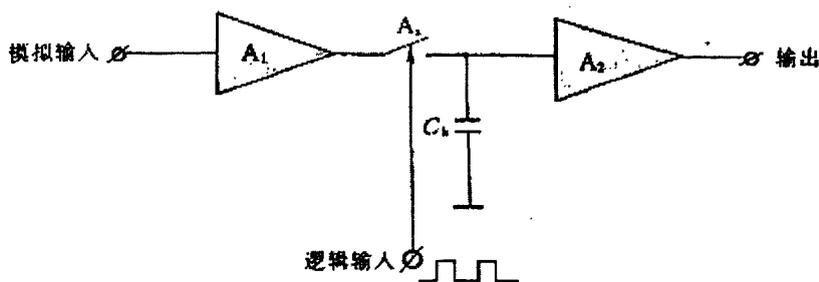


图 4-2 采样保持电路

现结合图分析采样保持电路的工作原理。假定原来电子模拟开关是闭合的；这时电容  $C_h$  的电压跟随输入电压变化，处在自然采样阶段，当  $A_s$  受逻辑输入的控制瞬时打开时，此时的输入信号幅度被  $C_h$  记录下来。由于运算放大器  $A_2$  有很大的输入阻抗， $C_h$  的电压能保持一段时间。采样结束后闭合，重新进行采样。

通常采样都是等间隔的，相邻两次采样间隔称为采样周期  $T_s$ ， $T_s$  的倒数称为采样频率  $f_s$ 。采样频率的选择是微机保护硬件中的一个关键问题，需要综合考虑很多因素，并从中做出权衡。一方面，采样频率越高，跟踪原信号的能力越强，但要求计算机运算的速度越快。由于计算机必须在一个采样周期内，内处理每一组采样所必须作的各种操作和运算，而采样频率过高将使计算机来不及计算而无法工作。另一方面，采样频率过低将不能真实的反映被采样信号的情况。

## 2、数字滤波器

微机继电保护的输入信号是电力系统的模拟量，而计算机只能对数字量进行计算和判断，因此由电力系统经电压互感器或电流互感器输入的模拟量必先经过预处理继电保护在大部分情况下取用输入信号中的基波模拟量。根据采样定理，如被测信号频率（或要求保留的最高次谐波频率）为  $f$ ，则采样频率必须大于  $2f$ ，否则由采样值不可能拟合还原成原来的曲线。对于那些低频率的谐波分量，必须在进入采样器之前，利用低通滤波器将其滤掉。

在模拟信号领域内，我们熟知的滤波器按构成滤波器的物理器件划分，分为有源滤波器和无源滤波器。按滤波器的频率特性划分，可分为低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器和带阻滤波器（又称陷波器）。无源滤波器由  $R$ 、 $L$ 、 $C$  器件构成，而有源滤波器是由  $R$ 、 $L$ 、 $C$  和运算放大器构成。同样在离散的数字信号领域内，在进行信号处理时也会用到滤波器，这种滤波器不用物理器件构成，而是按着某种算法编写一段程序，对数字信号进行加工处理，从而达到滤波的要求，这种滤波器称为数字滤波器。可见，数字滤波器就是用软件编写的一段程序，但它同样可以达到滤波的目的。

在微机保护装置中为什么要采用滤波器呢?其原因一是由于电力系统发生故障时,信号中不仅含有工频分量,而且含有多种频率成分的谐波分量,而微机保护的许多算法是基于工频信号的,因此必须用数字滤波器将工频信号滤出,将非工频信号滤除。其二是有一些保护的原理就是基于某些特殊频率成分的信号,例如,在变压器保护中,为了识别励磁涌流,需用到二次谐波分量,为防止变压器过激磁时差动保护误动,采用五次谐波制动。在发电机定子绕组接地保护中,利用三次谐波可保护靠近中性点范围的接地故障等。其三是数字滤波器与模拟滤波器相比具有许多优点,因此在各种微机保护装置中,广泛采用了各重不同特性的数字滤波器。

由于数字滤波器没有物理器件,因此,它具有模拟滤波器不可比拟的优点。

(1)模拟滤波器存在由于构成滤波器的元件特性差异造成的一致性,而数字滤波器由于没有物理器件,而只是软件编写的一段程序,所以不存在特性的差异,滤波器的性能稳定。

(2)模拟滤波器存在由于元件老化及温度变化对滤波器性能的影响,而数字滤波器不受这些因素的影响。

(3)模拟滤波器一旦设计完成,其滤波特性便固定不变。如要改变滤波器的特性,必须重新设计,更换元件。而数字滤波器具有高度的灵活性,改变滤波器的滤波特性只需改变软件中某些参数即可实现。

(4)模拟滤波器的输入阻抗和信号源的阻抗匹配,输出阻抗和负载的阻抗匹配。而数字滤波器不存在阻抗匹配的问题。

(5)数字滤波器可方便地做到分时复用。同一个数字滤波器,可在不同时刻使用,这只需调用滤波器的程序即可。还可用同一数字滤波器分别对多路数字信号处理,例如用同一滤波器分别对三相电流滤波,严格保持了三相信号处理的一致性。

### 3、算法问题

传统的保护是直接或经过电压形成回路把被测信号引入保护继电器,继电器按照电磁、感应、比幅、比相等原理作出动作与否的判断。而微机保护是把经过数据采集系统量化的数字信号输入计算机,这就有一个如何由量化的离散数字信号求取交流信号的有效值、阻抗以及两信号之间的相位的问题。这就是算法要研究的问题。所以算法是研究由若干个采样数据(已被量化)求取被测信号量值(包括有效值、相位、比值等)的方法。

目前,在微机保护装置中采用的算法基本上可分为两类:一类是直接由采样值经过某种运算,求出被测信号的实际值再与定值比较。例如,在距离保护装置中,利用故障后电压和电流的采样值直接求出测量阻抗或求出故障后保护安装处到故障点的 $R$ 、 $X$ ,然后与继电器的动作特性进行比较。在电流、电压保护中,则直接求出电压、电流的有效值与保护的整定值比较;另一类算法是依

据继电器的动作方程，将采样值代入动作方程，转换为运算式的判断。同样对于距离保护，这种算法不要求出测量阻抗，而只是用故障后的采样值代人动作方程进行判断。

算法所研究的主要问题有两点：一是算法的计算精度；二是算法所用的数据窗。所谓算法的计算精度是指用离散的采样点计算出的结果与信号的实际值的逼近程度。如果精度低，则说明计算结果的准确度差，这将直接影响保护的正确判断。算法所用的数据窗直接影响保护的动作速度。因为电力系统继电保护应在故障后迅速作出动作与否的判断，而要作出正确的判断必须用故障后的数据。一个算法采用故障后的多少采样点才能计算出正确的结果，这就是算法的数据窗。例如全周富氏算法需要的数据窗为一个周波(20ms)，半周富氏算法需要的数据窗为半个周波(10ms)。显然，半周富氏算法的数据窗短，保护的动作速度快。但是，半周富氏算法不能滤除偶次谐波和恒稳直流分量，在信号中存在非周期分量和偶次谐波的情况下，其精度低于全周富氏算法。而全周富氏算法的数据窗要长，保护的动作速度慢。显然精度和数据窗之间存在矛盾。一般地，算法用的数据窗越长，计算精度越高，而保护动作相对较慢，反之，计算精度越低，但保护的动作速度相对较快。在一套具体的微机保护装置中，采用何种算法，应视保护的原理以及对计算精度和动作快速性的要求合理选择。例如，在微机距离保护装置中，对距离保护的第一段，采用近处故障强调快速性，此时可采用短数据窗算法，而计算精度可适当低一些，而靠近一段保护范围末端故障，则应强调准确性，要求计算精度高，动作速度可稍慢一些。

在微机保护的研究过程中，各种算法一直是人们研究的重点。最初，人们从简单的情况出发，即假设电压、电流为纯正弦信号，提出了许多基于正弦信号的算法。其中有半周内寻找最大值的方法，半周积分(采样值绝对值求和)算法、Mann—Morrison 提出的一阶导数算法、Prodar—70 二阶导数算法、采样值积算法等。由于这些算法都是基于被采样信号为正弦信号的算法，而实际电力系统中，故障后的信号除基波分量外往往还含有非周期分量和各种谐波分量，因此在采用基于正弦信号的算法时，必须先对信号进行滤波，将非周期分量和谐波分量滤掉。

另一类算法是基于复杂数学模型的算法。此时，不再假设输入的电压、电流为纯正弦信号，而是假设它们是由基波分量、非周期分量、各整次谐波分量组成。基于这一假设，为了从信号中求出基波分量，可采用富氏算法或沃尔希函数算法。由于这些算法本身具有滤除高次谐波的功能，所以在应用该算法之前不再另外采用数字滤波。但是这类算法本身不具备滤除非周期分量的能力，因此国内外的许多学者针对滤除信号中非周期分量的方法做了大量的研究工作。

实际上电力系统发生故障后，输入到保护装置中电压、电流信号还要更复

杂一些。由于电力系统中铁磁元件的非线性特点，输电线路的参数的分布性特点(例如有分布电容)、线路中接有补偿元件(例如串补电容、并补电容、并补电抗)以及电压、电流互感器二次的暂态过程等因素的影响，使得电压、电流信号中除非周期分量外还含有许多随机的高频和低频分量。在超高压电网的保护中，为了克服这些随机噪声的影响，除采用较完善的数字滤波措施外，还提出了一些基于随机函数模型的算法，例如卡尔曼滤波算法和最小二乘曲线拟合算法、滤波算法、开平方算法、比相算法和功率算法。

#### 4.2.3 微机保护的有关程序

##### 一、自检程序

静态自检是微机在系统初始化后，对系统 ROM、RAM、数据采集系统等各部分进行一次全面的检查，确保系统良好，才允许数据采集系统工作。在静态自检过程中其他程序一律不执行。若自检发现系统某部分不正常，则打印自检故障信息，程序转向调试监控程序，以等待运行人员检查。

动态自检是在执行继电保护程序的间隙重复进行的，即主程序一直在动态自检中循环、每隔一个采样周期中断一次。动态自检的方式和静态自检相同，但处理方式不同。若连续三次自检不正常，整个系统软件重投，程序从头开始执行。若连续三次重投后检查依然不能通过，则打印自检故障信息，各出口信号被屏蔽，程序转向调试监控程序以待查。

##### 二、继电保护程序

继电保护程序主要由采样及数字滤波、保护算法、故障判断和故障处理四部分组成。

采样及数字滤波是对输入通道的信号进行采样，模数转换，并存入内存，进行数字滤波。

保护算法是根据采样和数字滤波后的数据，计算有关参数的幅值、向位角等。

故障判断是根据保护判断，判断故障发生、故障类型、故障相别等。

故障处理是根据故障判断结果，发出报警信号和跳闸命令，起动打印机，打印有关故障信息与参数。

#### 4.2.4 微机保护系统的运行

当微机保护系统复位或加电源后，首先根据面板上的“调试运行”开关位置判断目前系统处于运行还是调试状态。系统处于调试状态时，程序转向调试监控程序。此时运行人员可通过键盘、显示器、打印机对有关的内存、外设进行检查、校核和设定。系统处于运行状态时，程序执行运行监控程序，进行系

统初始化，静态自检，然后打开中断，不断重复进行动态自检。若两种自检检查出故障，则转向有关程序处理。中断打开后，每当采样周期一到，定时器发出采样脉冲，向 CPU 申请中断，CPU 响应后，执行断电保护程序。

## 第五章 WCP-116 站用变/接地变保护测控装置

### 5.1 WCP—100 系列分散式微机保护测控装置

#### 5.1.1 WCP—100 系列分散式保护测控装置的典型设备及功能

本次设计选择的是丹阳亚创电子电力自动化设备厂生产的 WCP—100 系列分散式低压保护测控装置中的 WCP—116 站用变/接地变保护测控装置。WCP—100 系列分散式低压保护测控装置是将保护功能及远动功能综合在一个装置中，该装置是“四合一”保护（保护、遥测、遥控、遥信）测控装置。

针对中低压变电站中不同的保护测控对象，WCP—100 系列的装置型号及功能如下：

##### 一、WCP—111

用于 10KV 及以下电压等级的经消弧线圈接地或不接地系统中的馈电线路保护测控装置。

##### 二、WCP—112

用于 35KV 或 66KV 电压等级的经消弧线圈接地或不接地系统中的线路保护测控装置。

##### 三、WCP—116

用于 10KV 及以下电压等级的经消弧线圈接地或不接地系统中的接地变压器/站用变压器保护测控装置。

##### 四、WCP—113 不平衡式

适用于 10KV 及以下电压等级的中性点经消弧线圈接地或不接地系统中低压系统中单 Y、双 Y、 $\Delta$ 型接线的并联电容器组保护测控装置。

##### 五、WCP—113 桥差式

适用于 10KV 及以下电压等级的中性点经消弧线圈接地或不接地系统中低压系统中桥形接线并联电容器组保护测控装置。

##### 六、WCP—114

用于 10KV 及以下电压等级的经消弧线圈接地或不接地系统中的高压电动机保护测控装置。

##### 七、WCP—115 分段开关

用于低压母线分段开关的自投装置，并具备对分段开关的保护与控制功能。

##### 八、WCP—115 进线或内桥开关

用于进线开关或内桥开关的自投装置。

以上八种保护测控装置可就地分散安装在开关柜上，也可集中组屏。

### 5.1.2 WCP—100 系列分散式保护测控装置的主要特点:

一、由 WCP—100 系列分散式保护测控装置构成的综合自动化系统是一个分层分布式系统,它按一个元件(一个间隔)一套装置分布式原则设计配置,可直接就地分散安装在高压开关柜上,各间隔功能独立,各装置之间仅通过网络联结,信息共享,这样整个系统灵活性很强,且任一装置故障仅影响一个元件,其可靠性也得到了很大提高。

二、由于信息的传递由网络系统通过通讯网互联实现,取消了常规的二次信号控制电缆,因而站内二次电缆大大简化,不仅节省了大量投资,而且减轻了 CT、PT 负荷,减少了施工难度及维护工作量,节省了大量的人力物力。

三、保护测控装置中的保护功能独立,具体体现在以下几个方面:

- 1、保护功能完全不依赖通讯网,网络瘫痪不影响保护正常运行。
- 2、装置仍旧保留了传统微机保护所具有的独立输入输出回路及操作回路。
- 3、软件设计上,保护模块与其他模块完全分开,且先保护后测量,保护模块具有独立性。

四、提高系统可靠性的措施:

1、采用分层分布式系统是提高全站工作可靠性的重要因素,特别是功能独立于通讯网的各种保护及自动装置在各间隔的独立配置,它是变电站安全稳定运行的先决条件。

2、装置的背板端子定义仍旧沿用了传统模式,它兼容了传统的操作控制功能,保证在极限工作条件下变电站的运行与控制。

3、通讯网络具有二种通讯接口(485、CAN),装置能适应多种通讯媒介,如:光纤、网络双绞线等。通信规约采用 LFP 规约并支持电力行业标准 DL/T667-1999(IEC-60870-5-103)。

4、装置结构采用全密封设计,精心设计了抗干扰组件,使抗振动能力、抗电磁干扰能力有很大提高。

五、人性化友好的人机界面:

1、装置采用大屏幕液晶显示器,主接线图参数显示,汉化树形菜单,跳闸报告,告警报告,定值整定等都在液晶上有明确显示,不需对照任何技术资料,现场运行调试人员使用方便。

2、装置内部的任何状态变化都能在液晶显示器上显示,包括开入,电压电流的有效值、相位、功率、电度等。

3、采用九键组合键盘,对装置操控自如、易学易用。

六、由于采用了高性能处理器,结合一些特殊编程手段使它具备了一些同类装置不具备的优点:

1、装置采用了高速、高分辨率的 A/D 转换器,实现每周波 24 点采样。结

合专用的测量 CT，及数字信号处理器（DSP）进行计算保证了遥测量的高精度及响应速度。同时能在当地实时完成有功功率、无功功率、功率因数等的计算。

2、在不增加硬件开销的前提下完成对低压系统的分散故障录波，并能实现故障波形的远传。

3、将保护动作信号在当地间隔层就地转换为遥信信号上传，减少保护动作报告向调度转发的时间，使其故障报告传输速度与变位遥信等同，便于与调度系统接口，调度端不需另作事件解释程序。

七、本装置具有完善的自检能力及自校验功能，基本实现免调校。

### 5.1.3 WCP—100 系列分散式保护测控装置的主要技术数据

#### 一、额定数据

- 1) 直流电源： 220V 或 110V
- 2) 交流电压：  $100/\sqrt{3}$  V, 100V
- 3) 交流电流： 5A, 1A
- 4) 频率： 50Hz

#### 二、功率消耗

- 1) 直流回路：  $\leq 10$ W
- 2) 交流电压回路：  $< 0.5$ VA/相
- 3) 交流电流回路：  $< 1$ VA/相（ $I_N=5$ A）  
 $< 0.5$ VA/相（ $I_N=1$ A）

#### 三、精确工作范围

- 1) 电流：  $0.05I_N \sim 20I_N$
- 2) 电压：  $0$ V $\sim 199.99$ V
- 3) 频率：  $45$ Hz $\sim 50$ Hz
- 4)  $df/dt$ ：  $0.5$ Hz/s $\sim 10$ Hz/s
- 5) 时间：  $0 \sim 99.99$ s

#### 四、定值误差

- 1) 电流及电压定值误差：  $< \pm 5\%$  整定值
- 2) 频率定值误差：  $< 0.01$ Hz
- 3) 时间定值误差：  $< \pm 1\%$  整定时间+35ms

#### 五、冲击电压

各输入输出端子对地，交流回路与直流回路间，交流电流与交流电压间能承受 5KV（峰值）标准雷电冲击波。

#### 六、抗干扰性能

- 1) 能承受频率为 1MHz 及 200KHz 振荡波（差模、共模）脉冲干扰。

2) 能承受 IEC255-22-4 标准规定的 IV 级 (4KV±10%) 快速瞬变干扰。

#### 七、机械性能

能承受严酷等级为 I 级的振动响应, 冲击响应。

#### 八、工作环境

1) 温度: -25℃~+60℃保证正常工作。

2) 湿度、压力符合 DL478-92《静态继电保护及安全自动化装置通用技术条件》。

#### 九、遥测量计量等级

电压、电流、频率: 0.2 级

其它: 0.5 级

遥信分辨率: 小于 2ms

信号输入方式: 无源接点

### 5.1.4 WCP—100 系列分散式保护测控装置的通讯接口

WCP—100 系列分散式保护测控装置具有 RS485 的标准通讯接口和 CAN 标准通讯接口, 两路独立的通讯接口标准都采用 LFP 规约并支持电力行业标准 DL/T667-1999(IEC-60870-5-103)规约, 其常用通讯介质为屏蔽双绞线。这两路通讯接口的信息完全独立, 且信息完整。

#### 一、双绞线参数:

建议装置使用的双绞线型号为: 美国 BELDEN 公司的 1419A 屏蔽双绞线  
推荐传输距离小于 1200 米

#### 二、光纤参数:

光纤联接器: ST

光纤方式: 多模 (50/125um,62.5/125um)

光纤工作波长: 0.85um

推荐传输距离小于 2000 米

#### 三、对时方式

WCP—100 系列分散式保护测控装置的对时有两种方式, 一种为通过通信软件对时, 对时精度为 5ms 左右。另一种为通过接收 GPS 硬件对时脉冲方式进行对时, 对时精度 1ms, 所有装置公用一个对时总线, 以差分信号输入, 对时总线介质用屏蔽双绞线, 可用通信电缆中剩余的一对双绞线。上述两种对时方式可综合使用。

### 5.1.5 WCP—100 系列分散式保护测控装置相互间的二次接线说明

一、各单元开关柜间隔采用保护测控功能‘四合一’装置时二次电缆的联

结

当各单元开关柜间隔采用‘四合一’装置时，由于高性能现场总线的使用，在装置正常运行情况下，各单元间隔层的遥测、遥控、遥信、保护等信号均可通过通信网实时传输（只有在装置故障情况下例外）。一般地，将同一母线段上的装置故障信号并接在一起后作为一个独立的遥信量用电缆送至变电站层的综合测控装置。其优点是能节省电缆及遥信数量，但这种方法的缺点是不能区分具体是哪一台装置故障，当然最好是将每一个间隔的装置故障信号单独用电缆送至综合测控装置。

二、各单元开关柜间隔采用保护、测控装置独立配置时相互间的二次电缆的联结

当各单元开关柜间隔采用保护、测控装置独立配置时，虽然保护装置除保护功能外也具有保护事件上送功能，但由于该配置的出发点是强调保护与远动功能的明确分工与独立性，因此，在一般情况下，一些反映保护装置基本运行状态的量如：保护装置故障、控制回路断线等信号应送至测控装置。测控装置本身的装置故障信号应如一所述处理。对通讯网的处理应视具体情况可以保护装置与测控装置分别组网，也可以混合组一个网。

三、保护测控装置中装置地、通信口信号地与站内接地网的连接

WCP—100 系列分散式开关柜保护测控装置的 AC 地、B28 为装置地，这两个地联接在一起后接变电站接地网。通讯口信号地只能选择一点接地，否则通讯无法正常工作。

四、保护测控装置中遥信开入接线

各单元保护测控装置的遥信开入进行了特殊化设计提高了抗干扰能力，原理接线如图。

1、公共端采用 220V (+) 后经稳压管送入光耦正端，消除了开入电缆耦合噪声对开入的影响。

2、光耦负端通过稳压管接入开入空接点，减少直流系统端噪声对开入的影响。

3、综合 1)、2) 后我们取消了常规遥信回路的滤波电容，提高遥信影响速度，保证遥信分辨率。

4、光耦上的电平保持与机箱等电位，提高抗干扰能力。

七、WCP—100 系列保护测控装置示意图

WCP—100 系列保护测控装置操作回路原理见图 5-1:

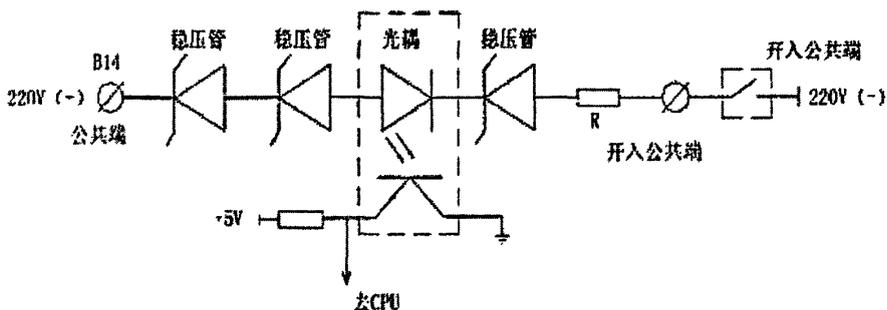


图 5-1 WCP—100 系列保护测控装置操作回路原理

## 5.2 WCP—116 站用变/接地变保护测控装置

### 5.2.1 基本配置及规格

#### 一、基本配置

WCP-116 为用于 10KV 及以下电压等级的经消弧线圈接地或不接地系统中站用变/接地变保护测控装置。

#### 1、保护方面的主要功能有：

- 1) 高压侧二段式定时限过电流保护；
- 2) 高压侧反时限过流保护；
- 3) 过负荷保护；
- 4) 高压侧三段式零序过流保护（第Ⅲ段可整定为跳闸或报警）；
- 5) 中性点零序定时限过流保护；
- 6) 中性点零序反时限过流保护；
- 7) 4 路非电量保护；
- 8) 投低电压保护；
- 9) 小电流接地遥控跳闸；
- 10) 分散式故障录波及独立的操作回路。

#### 2、测控方面的主要功能有：

- 1) 7 路遥信开入采集、装置遥信变位、事故遥信；
- 2) 正常断路器遥控分合；
- 3) P、Q、 $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$ 、 $\cos\Phi$  等模拟量的遥测；
- 4) 开关事故分闸次数统计及事件 SOE 等；
- 5) 2 路脉冲量输入。

#### 二、技术数据

##### 1、额定数据

直流电压： 220V 或 110V 允许偏差 +15%，-20%

交流电压:  $100/\sqrt{3}$  V, 100V  
交流电流: 5A, 1A  
频 率: 50HZ

## 2、功耗

交流电压: <0.5VA/相  
交流电流: <1VA/相( $I_n=5A$ )  
<0.5VA/相( $I_n=1A$ )

直流回路: 正常 < 10W  
跳闸 <15W

## 三、主要技术指标

### 1、定时限过电流:

电流定值:  $0.1I_n \sim 20I_n$   
时间定值:  $0 \sim 99.99S$   
定值误差: <5%

2、遥测量计量等级: 0.5 级

3、遥信分辨率: <2ms

信号输入方式: 无源接点

## 5.2.2 装置原理

一、硬件配置及逻辑框图见图 5-2:



## 二、模拟量输入

外部电流及电压经隔离互感器隔离变换后输入，经低通滤波器输入至 A/D 变换器，CPU 采样后对数字进行处理，构成各种保护继电器，并计算各种遥测量。

Ia、Ib、Ic 为过电流保护用 CT 输入，IAC、IBC、ICC 为测量用专用 CT 输入。以保证遥测量有足够的精度。用于小电阻接地系统中时，零序电流 I0 可用消弧线圈电流接入以构成零序保护的 I 段、II 段、III 段（III 段可整定为报警），当用于不接地系统中时，零序 I0 主要用于构成小电流接地选线。

UA、UB、UC 电压输入在本装置中除作为测量用输入，与 IA、IC 一起计算形成本变压器回路的 P、Q、COS φ。

## 三、软件说明

### 1、定时限过电流

本装置设两段定时限过电流保护，各段电流定值及时间定值可独立整定，整定控制字控制这两段保护的投退。

### 2、高压侧反时限过流保护

当输入电流任一相大于反时限电流启动值时反时限保护启动，其动作方程采用以下通用反时限特性：

$$T = \frac{80}{(I/I_p) * (I/I_p) - 1} t_p$$

式中：T — 反时限保护动作时间

I — 动作电流

I<sub>p</sub> — 基准电流（一般根据额定负荷整定）

T<sub>p</sub> — 时间常数

启动电流一般为 1.1 倍额定电流值。

### 3、接地保护

由于装置应用于不接地或小电流接地系统，在系统发生接地故障时，其接地故障点零序电流基本为电容电流，且幅值很小，用零序过电流保护来检测接地故障很难保证其选择性。当装置通过网络互联，信息共享时，可采用上位机比较同一母线上各线路零序电流基波或五次谐波幅值和方向的方法来判断接地线路，并通过网络下达接地试跳命令来进一步确定接地线路。

在经小电阻接地系统中，接地零序电流相对较大，可采用直接跳闸方法。在某些不接地系统中，电缆出线较多，电容电流较大，也可直接跳闸。

装置中设三段零序过电流继电器，其中第三段可选择报警或跳闸。

### 4、中性点零序定时限电流保护

零序电流取自变压器低压侧中性线上的电流互感器。当零序电流大于启动

值时，保护启动。

#### 5、中性点反时限零序过流保护

零序电流取自变压器低压侧中性线上的电流互感器。当零序电流大于反时限启动值时，反时限保护启动，动作方程为：

$$T = \frac{13.5}{(I/I_p) - 1} T_p$$

式中：t — 反时限保护动作时间

I — 零序电流

$I_p$  — 零序基准电流（一般为额定负荷值）

$T_p$  — 与断路器动作时间相配合的时间常数

启动电流一般为 1.1 倍额定电流值。

#### 6、低电压保护

装置设有低电压保护功能，用于变压器失压时的保护跳闸，定值可独立整定。低电压保护经整定控制字选择投退。

#### 7、遥控、遥测、遥信功能

遥控功能主要有三种：遥控跳闸操作，遥控合闸操作，接地选线遥控跳闸操作。

遥测量主要有： $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$ 、 $\cos \phi$ 、P、Q、有功电度、无功电度及脉冲电度。所有这些量都在当地实时计算，实时累加，三相有功无功的计算消除了由于系统电压不对称而产生的误差，精度达到 0.5 级。

遥信量主要有：7 路遥信开入采集、变位遥信及事故遥信作事件顺序记录，遥信分辨率小于 2ms。

#### 8、校时功能

装置具备网络软件校时与硬件脉冲对时功能。

### 四、装置背板端子及说明

#### 1、装置背板端子见图 5-3：

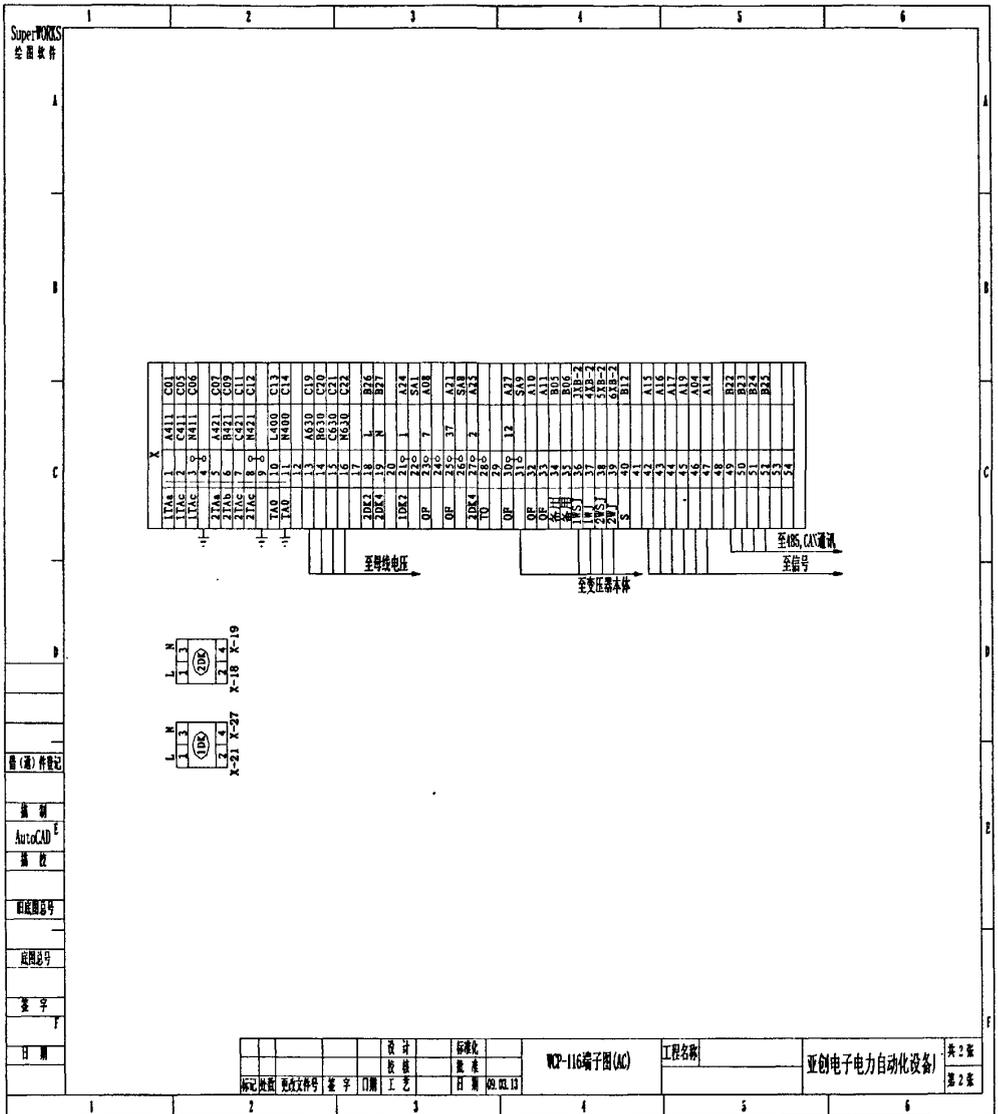


图 5-3 装置背板端子

## 2、背板端子说明

端子 A01~A02 为合后位输出。

端子 A03~A04 为保护动作出口重动接点。

端子 A05~A06 为非电量动作出口重动接点。

端子 A07~A10 为远动信号，当保护单元与监控单元独立配置时，需与监

控单元的遥信输入端相接口，用来反映保护装置的基本运行情况，分别为：装置故障（包括直流消失），保护动作（TXJ），控制回路断线。

端子 A11～A13 为断路器位置信号输出。

端子 A14 为遥控电源正输入，A17 为控制电源正输入。

端子 A15、A16 为装置事故跳闸信号（推事故画面）。

端子 A19 为保护跳闸出口，出口继电器的另一端已固定联结控制电源正。（A19 与 A22 之间供用户设置跳闸压板）

端子 A20 为非电量保护跳闸出口，出口继电器的另一端已固定联结控制电源正。（A20 与 A19 之间供用户设置跳闸压板，也可不设压板直接跳闸）在本装置的操作回路中未考虑弹簧或气压闭锁节点，我们推荐优先采用开关本身的闭锁回路，若开关不具备闭锁功能，则可将闭锁节点串联至合闸线圈回路和跳闸线圈回路中实现。另外，本装置中具备电气防跳回路。

端子 A21 为手动跳闸输入，在启动跳闸回路的同时，启动控制继电器（执行遥控跳闸时也启动控制继电器使 HHJ 无）

端子 A22 为保护跳闸输入，且跳闸操作回路中带保持继电器。

端子 A23 合闸输入，在本装置中，手动合闸和保护合闸并为一个合闸输入且合闸操作回路中带保持继电器。

端子 A24 接断路器跳闸线圈，A25 接断路器合闸线圈。

端子 A26 为跳位继电器负端。

端子 A27 为控制电源负端。

端子 B01～B06 为遥信量开入节点，采用 220V-（110V-）输入，其公共端为 B14，该端子应外接 220V（110V）信号电源的正端。

端子 B07 为投低电压开入。

端子 B08 为超高温开入。

端子 B09 为重瓦斯开入。

端子 B10 为过温开入。

端子 B11 为轻瓦斯开入。

端子 B12 为弹簧未储能。

端子 B13 为装置信号复归。

端子 B26、B27 为保护用直流电源。

端子 B16～B19 为四个脉冲电度输入。

端子 B20、B21 为系统对时秒脉冲总线接口，差分输入，装置内部也可软件对时。

端子 B22、B23 为 RS485 串口 1。

端子 B24、B25 为 CAN 串口 2。

端子 B28 为装置地。

端子 C01~C14 为电流输入：其中端子 C01、C02 为测量 CT 的 A 相输入，C03、C04 为测量 CT 的 B 相输入，C05、C06 为测量 CT 的 C 相输入，C07、C08 为保护 CT 的 A 相输入，C09、C10 为保护 CT 的 B 相输入，C11、C12 为保护 CT 的 C 相输入，C13、C14 为接地选线用零序 CT 电流输入。

端子 C15~C16 为中心点零序电流输入。

端子 C19~C22 为母线电压输入，星形接法。

端子 C23~C24 备用。

端子 A28、B28 装置地、AC 地应连接在一起，并与变电站地网联接。开关位置（TWJ、HWJ）遥信已由内部自动产生，不需再引入遥信开入。

### 五、装置定值整定

表 5-1 装置参数整定

位置	名称	范围	备注
1	保护定值区号	0~14	
2	装置地址	0~99	
3	通信规约	LFP / 870 - 5 DL / T667 - 1999 (IEC60870 - 5 - 103) 规约	
4	A 口波特率	2400, 4800, 9600, 19.2K	
5	B 口波特率	5K、10K、50K、100K、125K、500K	
6	遥信时间	0~99 (ms)	
7	电流变比	0~999.9	
8	零流变比	0~999.9	
9	电压变比	0~999.9	

表 5-2 装置定值整定

序号	定值名称	整定范围	整定步长	备注
1	I 段过电流	0.1In~20In	0.01A	
2	II 段过电流	0.1In~20In	0.01A	
3	过负荷	0.1In~20In	0.01A	
4	零序过电流 I 段	0.02A~4.5A	0.01A	
5	零序过电流 II 段	0.02A~4.5A	0.01A	
6	零序过电流 III 段	0.02A~4.5A	0.01A	
7	中心点零序过流	0.1In~20In	0.01A	
8	低电压保护定值	2~70V	0.01V	
9	高压侧反时限电流基准值	0.1In~20In	0.01A	

10	高压侧反时限时间系数	0~99.99S	0.01S	
11	中心点反时限电流基准值	0.1In~20In	0.01A	
12	中心点反时限时间系数	0~99.99S	0.01S	
13	过电流 I 段时间	0~99.99S	0.01S	
14	过电流 II 段时间	0~99.99S	0.01S	
15	过负荷时间	0~99.99S	0.01S	
16	零序过电流 I 段时间	0~99.99S	0.01S	
17	零序过电流 II 段时间	0~99.99S	0.01S	
18	零序过电流 III 段时间	0~99.99S	0.01S	
19	中心点零序过流时间	0~99.99S	0.01S	
20	低电压时间	0~99.99S	0.01S	
以下整定控制字，控制字位置选择“投入”或“退出”，“跳闸”或“报警”				
1	过流 I 段投入	投入 / 退出		
2	过流 II 段投入	投入 / 退出		
3	过负荷	跳闸 / 报警		
4	零序 I 段投入	投入 / 退出		
5	零序 II 段投入	投入 / 退出		
6	零序 III 段投入	跳闸 / 报警		
7	中心点零序投入	投入 / 退出		
8	高压侧反时限投入	投入 / 退出		
9	中心点反时限投入	投入 / 退出		
10	低电压保护投入	投入 / 退出		
11	PT 断线检测	投入 / 退出		
12	非电量保护投入	投入 / 退出		

## 第六章 总结

淮北矿业集团临涣煤矿副井提升机电控部分由直流电动机、同步机、直流发电机组、润滑油冷却系统、强迫通风系统、直流电控及交流辅助机组等组成。系统采用发电机、电动机直流拖动系统，即 F-D 拖动系统；采用继电器、接触器控制启动、调速；在减速及爬行阶段采用动力制动电源控制。由于触点较多，故障率极高，给正常生产带来极大的不便。经论证，对其进行了电控改造。

本次设计选择的是山东金曼克变压器公司开发的 ZSC-9/1600 整流变压器，可实现无载跳闸、可靠性高、维修量小、有明显的增产节能效果，运行经济效益显著。

微机保护是用微型计算机构成的继电保护，是电力系统继电保护的发展方向（现已基本实现，尚需发展），它具有高可靠性，高选择性，高灵敏度。微机保护装置硬件包括微处理器（单片机）为核心，配以输入、输出通道，人机接口和通讯接口等，该系统广泛应用于电力、石化、矿山、冶炼、铁路以及民用建筑等。

我国微机保护的发展从硬件上看大体可分为三个阶段。

第一阶段是以单 CPU 的 8 位微处理器构成的微机保护装置。其主要特点为：保护采用 8 位微处理器 MC6809 构成微机系统，由于 MC6809 仅仅是一个 CPU，因此需要在外部扩展许多硬件电路，所以总线必须引出插件，保护的存储器容量较小，程序和保护的定值均存放在 EPROM 中，定值的改写十分不方便，保护装置中仅有软件时钟，当直流电源消失后时钟便停止运行，硬件不具备数据远传功能，由于仅有一个 CPU，所有的保护功能只能集中由这个 CPU 处理，可靠性较低。其代表产品为 WXB—01 微机高压线路保护装置。

第二个阶段是以多个 8 位单片机组成的多微机系统。其主要特点为：具有多个 8 位单片机，由于采用了单片机，需要外部扩展的硬件电路较少，因此可以作到总线不引出插件，保护装置的定值存放在 EEPROM 中，定值的修改十分方便。设有硬件时钟芯片，依靠备用电源的支持，装置直流电源消失后，硬件时钟可继续运行，硬件上设计了数据远传的串行接口，由于硬件由多个单片机系统组成，因此一条输电线路的多种保护的功能可分散于不同的单片机系统，增加了保护装置的可靠性。其代表产品为 WXB—11 系列微机保护装置。

第三个阶段是以 16 位单片机构成的多微机系统。例如以英特尔公司的 80C196KB 构成的微机系统。有些单片机内部资源丰富，具有较大容量的 RAM 和 EPROM，因而可做到不需在芯片外部扩展存储器，可以做到总线不引出芯片。例如以日本三菱公司的 M77 芯片构成的微机系统。单片机内部有 2~4K 的 RAM 容量，32~120K 的 EPROM 或闪烁存储器和 8 个定时器，两个串行口，因此不需要用总线扩展外部存储器。保护装置的硬件设计除了有硬件时钟外，装置还

具备接受 GPS 全球定位系统的秒脉冲的接口，具备较完善的通信网络，可应用于变电站综合自动化系统中，其代表产品为 CSL 系列微机保护装置和 LFP—900 系列微机保护装置。

从 20 世纪 80 年代中期开始，到目前为止，我国的微机保护已经历了近 20 年的发展历史。输电线路的微机保护从用于 500kV 系统的保护装置到用于 10kV 线路的微机保护装置均有相应的产品，近年来，发电机、变压器以及大型发电机变压器组和母线的微机保护也相继研究成功，已投入使用。据 2001 年全国电力系统继电保护动作情况的统计数据，2001 年我国 220kV 以上电网的继电保护的准确动作率达到了 99.13%，元件保护的准确动作率也达到了 90.3%。这些成果无疑与微机保护的成功应用分不开。

微机保护装置的数字核心一般由 CPU、存储器、定时器/计数器、Watchdog 等组成。目前数字核心的主流为嵌入式微控制器 (MCU)，即通常所说的单片机；输入输出通道包括模拟量输入通道（模拟量输入变换回路（将 CT、PT 所测量的量转换成更低的适合内部 A/D 转换的电压量， $\pm 2.5V$ 、 $\pm 5V$  或  $\pm 10V$ ）、低通滤波器及采样、A/D 转换）和数字量输入输出通道（人机接口和各种告警信号、跳闸信号及电度脉冲等）。

保护的种类一般有进线保护、出线保护、母联分段保护、进线或母联备自投保护、厂用变压器保护、高压电动机保护、高压电容器保护、高压电抗器保护、差动保护、后备保护、PT 测控装置。

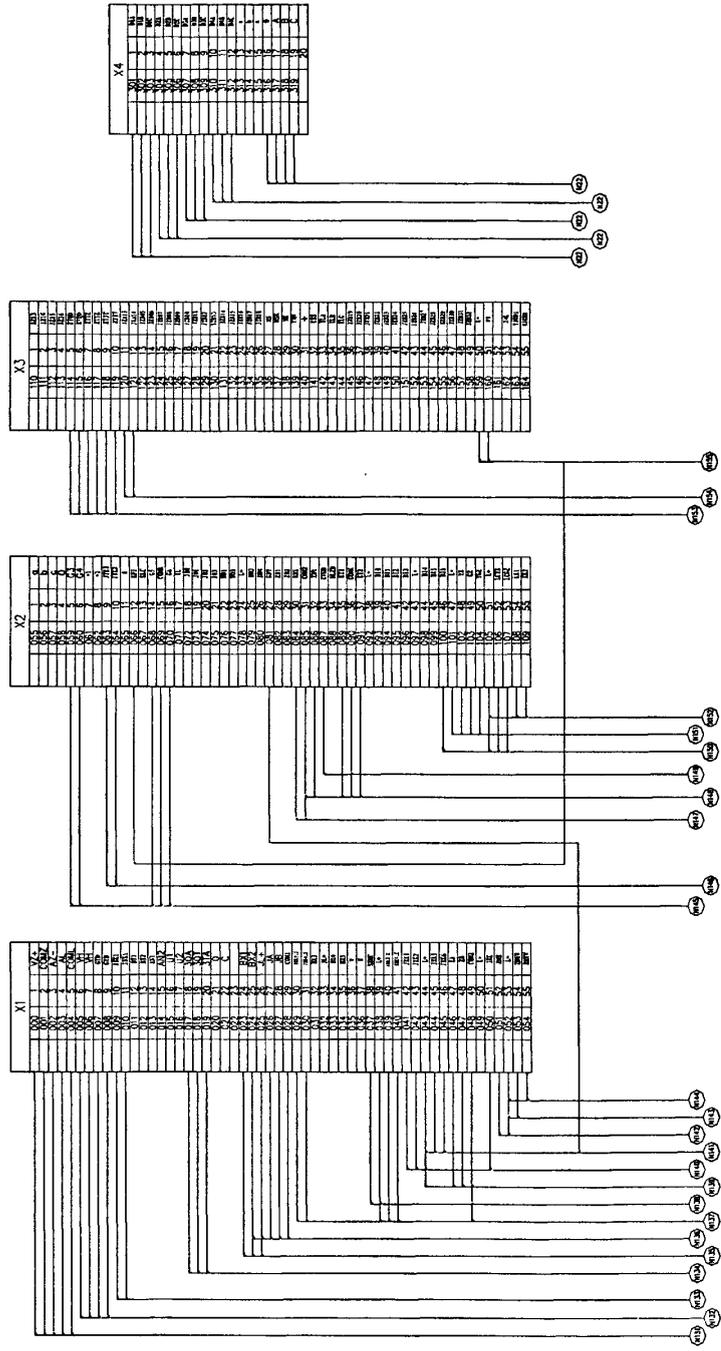
临涣煤矿副井提升机通过本次电控改造，对煤矿自动化程度的提高，加快信息化、网络化的建设，促进这个国有老煤矿通过“减人提效”摆脱发展困境，提供了有力的支持。

## 参考文献

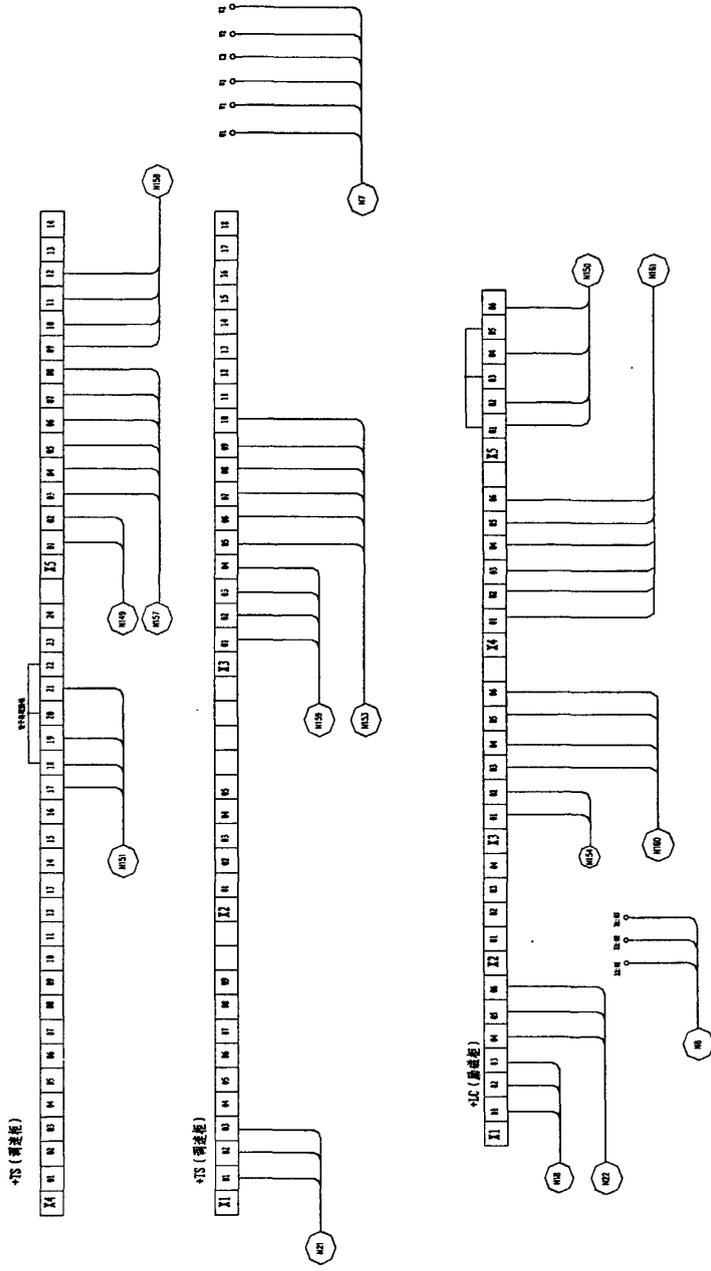
- [1] 易建湘 提升机全自动电气控制系统[J]有色金属, 2001
- [2] 杨奇逊 微型机继电保护基础, 北京: 水利电力出版社, 1988.
- [3] 吴斌, 刘沛, 陈德树 继电保护中的人工智能及其应用, 电力系统自动化, 1995 (4)。
- [4] 王清灵 现代矿井提升机电控系统 机械工业出版社 1996
- [5] 余发山 国内外矿井提升机的现状与发展 煤炭机电, 1995
- [6] 张志竟, 黄玉铮 电力系统继电保护原理与运行分析(上册), 1994
- [7] 王广延, 吕继绍 电力系统继电保护原理与运行分析(下册), 1994
- [8] 张宇辉 电力系统微型计算机继电保护, 北京: 中国电力出版社, 2000.
- [9] 葛耀中 新型继电保护与故障测距原理与技术, 西安: 西安交通大学出版社, 1996.
- [10] 汪觉恒,邓庆红 我国继电保护技术的现状与发展.湖南电力,2003
- [11] 杨奇逊 微型机继电保护基础.中国电力出版社,1987
- [12] 王梅义 高压电网继电保护运行技术, 北京: 电力工业出版社, 1981.
- [13] He Jiali, Zhang Yuanhui, Yang Nianci. New Type Power Line Carrier Relaying System with Directional Comparison for EHV Transmission Lines. IEEE Transactions PAS-103, 1984(2)
- [14] 沈国荣 工频变化量方向继电器原理的研究.电力系统自动化, 1983(1)
- [15] 李敬兆 王清灵 矿井提升机计算机监控系统.煤炭科学技术
- [16] 张耀成 李向真.用 PLC 改造矿井提升机控制系统.矿业安全与环保
- [17] 葛耀中 数字计算机在继电保护中的应用.继电器, 1978(3)
- [18] 杨奇逊, 变电站综合自动化技术发展趋势, 电力系统自动化, 1995, 19(10): 7~9.
- [19] 苏红卫 提升机数字式监控器的研究.矿山机械, 1999
- [20] 马健 矿井提升机变频调速系统数学模型的建立及仿真研究.焦作工学院学报 1999
- [21] 卢燕 PLC 与提升机电控系统[J].矿山机械, 1999, (5) 34-37
- [22] 刘万顺 电力系统故障分析,1986
- [23] He Jiali, Luo shanshan, Wang Gang, et al. Implementation of a Digital Distributed Bus Protection. IEEE Transactions on Power Delivery,1997,12(4)
- [23] 段玉清, 贺家李.基于人工神经网络方法的微机变压器保护.中国电机工程学报, 1998
- [24] 葛耀中, 自适应继电保护及其前景展望, 电力系统自动化, 1997, 21 (9): 42~46.

- [25] 杨奇逊.电力系统保护与控制技术的发展动向.2004 年世界工程师大会电力  
和能源分会场论文集
- [26] 张文勤.电力系统基础.1998
- [27] 张秀峰.神经网络在继电保护中的应用.西南交通大学学报.1995
- [29] 商国才.电力系统自动化.天津大学出版社,1998
- [30] 沈统谦,许学先 副井提升机电控系统改造 [J];煤矿机电.2007 年 06 期
- [31] 黄仰金 矿山副井提升机计算机控制系统的设计及应用 [D] .中南大学;  
2004 年
- [32] 赵禧林 智能型矿井提升机电控系统 [A];科技、工程与经济社会协调发展  
——河南省第四届青年学术年会论文集（上册） [C] . 2004 年
- [33] 彭虎锋 新一代国产矿井提升机电控系统研究 [D] .湖南大学. 2001 年
- [34] 王朝晖, 王安山 矿井提升机系统新技术及装备.煤炭工业出版社.1999,3

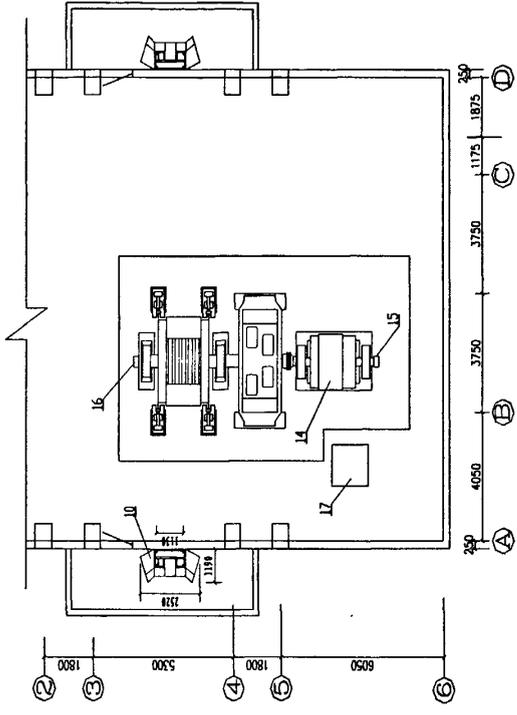
附图



附图一 主控台外部接线图

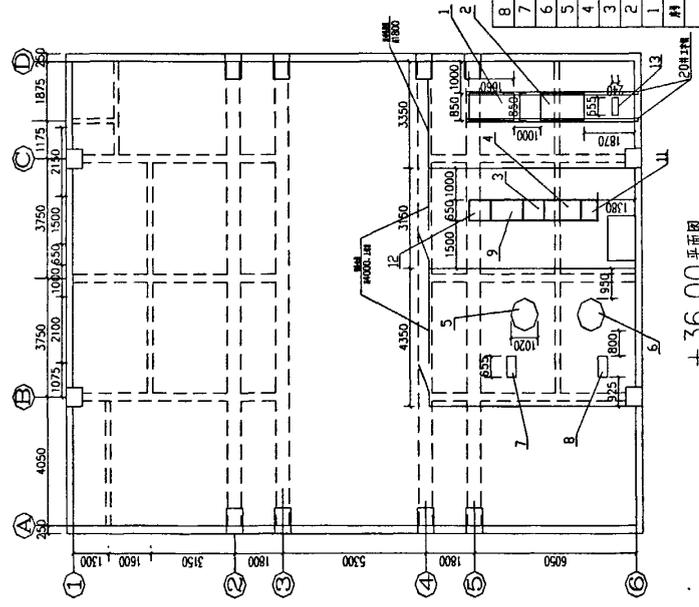


附图二 调速柜、励磁柜外部接线图



+41.50 平面图

轴号	名称	数量	规格
B	2# 轴	16	轴
7	1# 轴	15	轴
6	2# 轴	14	轴
5	1# 轴	13	轴
4	2# 轴	12	轴
3	1# 轴	11	轴
2	2# 轴	10	轴
1	1# 轴	9	轴
	轴	8	轴
	轴	7	轴
	轴	6	轴
	轴	5	轴
	轴	4	轴
	轴	3	轴
	轴	2	轴
	轴	1	轴
	轴	23	轴
	轴	22	轴
	轴	21	轴
	轴	20	轴
	轴	19	轴
	轴	18	轴
	轴	17	轴

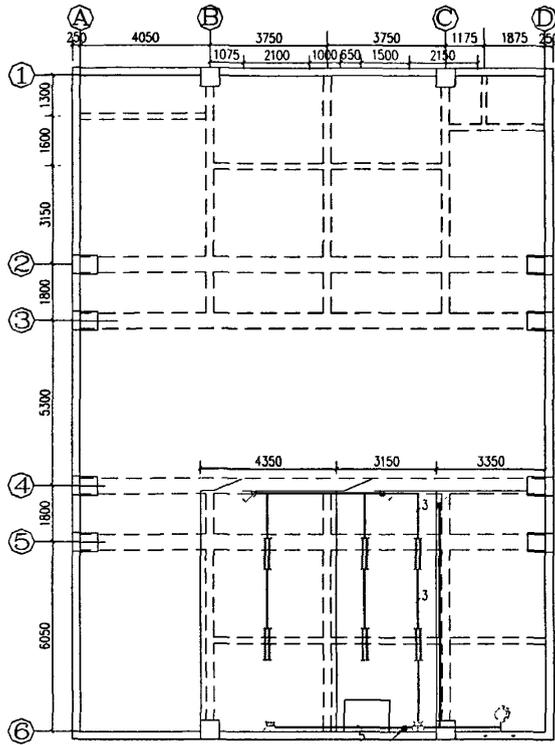


+36.00 平面图



附表一 电缆、插接母线材料表

35					
34					
33					
32	槽	L50X50X5	*	30	
31	槽	10#	*	20	
30	槽	20#	*	22	
29	槽	-25X4	*	60	镀锌
28	母线	YC-500 1X25	*	60	
27	槽	L50X50X5 I=2500	*	3	镀锌
26	塑料管		√	2	
25	塑料管		√	5	镀锌
24	塑料管		√	2	镀锌
23	塑料管		√	2	镀锌
22	塑料管		√	2	镀锌
21	塑料管		√	1	镀锌
20	塑料管		√	1	镀锌
19	塑料管		√	3	镀锌
18	塑料管	GGD2-36#	√	1	
17	塑料管		√	2	镀锌
16	塑料管		√	1	镀锌
15	塑料管	AMC-2A 1X3150 -1000V	*	44	
14	塑料管	AMC-2A 1X1600 -1000V	*	99	
13	塑料管	AMC-2A 3X1250 -1000V	*	29	
12	塑料管	KVV22-500 10X1.5	*	100	
11	塑料管	KVV22-500 7X1.5	*	405	
10	塑料管	KVV22-500 5X1.5	*	1370	
9	电力电缆	VV22-1000 4X4	*	400	
8	电力电缆	VV22-1000 4X6	*	70	
7	电力电缆	VV22-1000 3X10	*	14	
6	电力电缆	VV22-1000 4X16	*	60	
5	电力电缆	VV22-1000 4X25	*	10	
4	电力电缆	VV22-1000 4X50	*	90	
3	电力电缆	VV22-1000 2X25	*	38	
2	电力电缆	VV22-1000 3X25	*	8	
1	电力电缆	VV22-6000 3X95	*	80	
序号	名称	规格与数量	单位	数量	备注

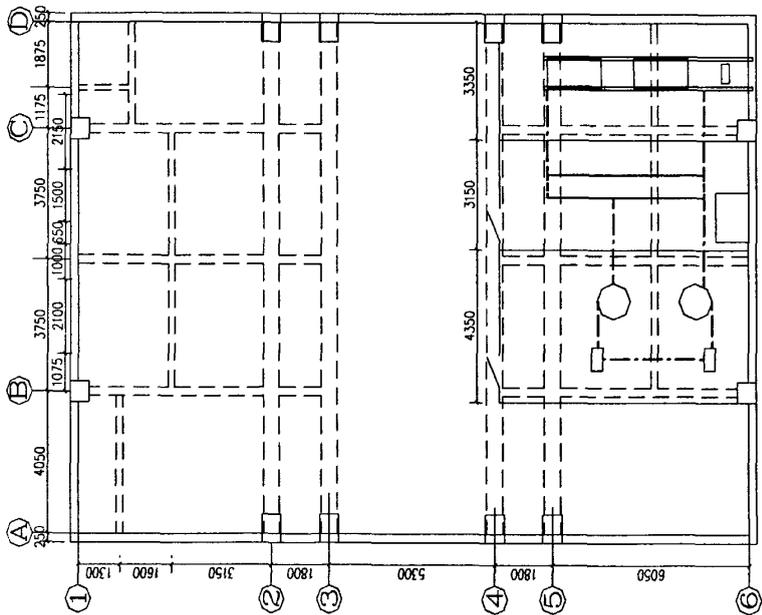


+36.00 平面图

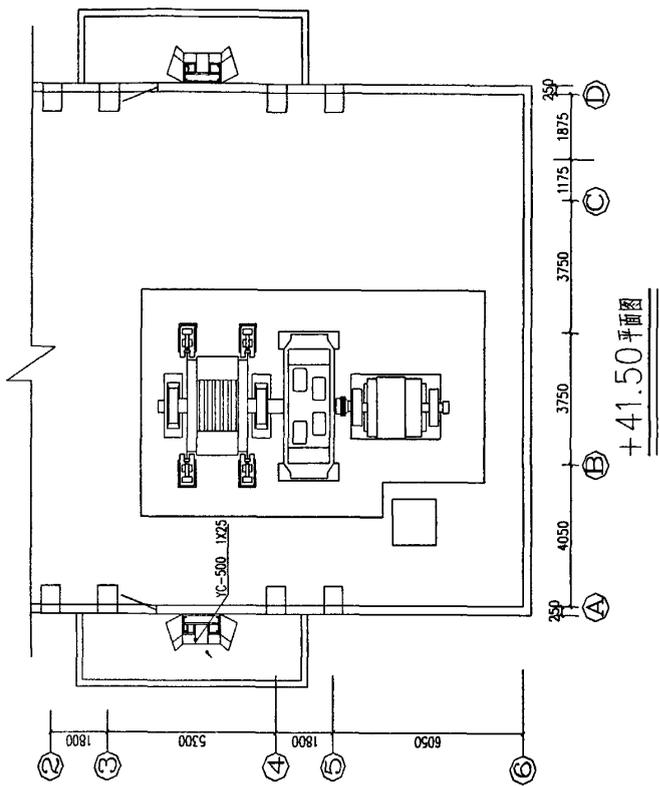
附图五 照明平面图

附表二 照明材料表

10		单相柜式空调		台	1	
9		三相柜式空调		台	2	
8		塑料管	UPVC25	米	20	
7		绝缘电线	BV-500 1X4	米	100	用于插座
6		绝缘护套线	BVV-500 2X2.5	米	80	用于灯具
5		三相零接地插座	R86Z14-16-I 440V 16A	只	2	
4		双联单控胶板开关	R86K21-10-I 250V 10A	只	1	
3		单联单控胶板开关	R86K11-10-I 250V 10A	只	2	
2		吊灯	GC3-F 1X100W	盏	1	
1		双管荧光灯	QYG202-2C	盏	6	
?		图例	设备名称	型号规格	单位	数量
?						备注



+36.00平面图



+41.50平面图

附图六 接地平面

