

送電

< 電力系統の安定度 >

- 定態安定度
- 動的定態安定度 (AVR, GOV) 制御系の動作を含める
- 過渡安定度

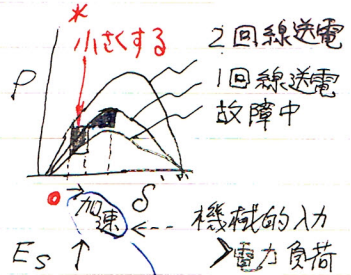
安定度向上対策

送電電力

$$P = \frac{E_s E_r \sin \delta}{X} = P_m \sin \delta$$

X : 線路リアクタンス

δ : 相差角



- $E_s \uparrow$
- $X \downarrow$
- 直列リアクタンス挿入
- 多導体送電線
- 機器リアクタンス軽減

< 送電線保護システム >

- 目的)
- 機器損傷の防止
 - 停電範囲の縮小
 - 系統の安定度の継続
- 機能)
- 故障区間の高速度選択遮断
 - 故障波及の防止
 - 系統の早期復旧

- 光電変換器
- 高速遮断と高速再閉路
 - 制動抵抗 \downarrow 加速し始め
 - 速応制御と PSS (系統安定化装置) を組合せる
 - 応答の速い AVR
- 発電機に

主保護と後備保護

[具備すべき条件]

- 信頼性
- 選択性
- 動作時間
- 感度

送電線の保護リレーシステム

- 過電流リレー方式 故障電流が一定以上、最も単純
- 距離リレー方式 故障時、リレー設置点の $\frac{V_{drop}}{I}$ より低い電圧 (すなわち距離) を演算
区内なら遮断 -- 高速遮断可 (時間差不要)
- 回線選択継電方式

高抵抗接地系 平行2回線送電線の電流差と方向により故障回線検出。隣接区間の故障検出できず

表示線リレー方式

高抵抗接地系、矢張り送電線の両端の電流差が一定以上

FM

PCM

- 方向比較リレー方式 両端に内部判定用リレー 外部 ≦ 相手 端に伝送

留意点) ① 障除去 (早く) 短かく、

② 再閉路するときの無電圧時間、再点弧

③ 再投入時、両端同期確認

< 再閉路方式 >

単相再閉路

無電圧時間後に単相を再閉路する

三相再閉路

両系統同期比較を要する → 2回線送電線に採用

多相再閉路

故障相を遮断して 健全相 に2系統連続接続

< 中性点接地方式 >

目的

- ・ 線路の対地電圧上昇抑える。電線路及び機器の絶縁レベル 軽減
- ・ 3-3地絡など異常電圧防止
- ・ 地絡継電器動作確実

(1) 非接地方式 低電圧, 短直長, 地絡電流小, 通信線影響小
33KV以下 Δ - Δ 結線可. 動作難
欠点) 1線地絡で健全相電圧上昇, 保護レベル

(2) 直接接地方式 187KV以上超高压 3-3地絡, 開閉サ-ビによる異常電圧
変圧器段絶縁可 欠点) 地絡電流大, 誘導障害大
保護レベル動作確実, 機器絶縁レベル軽減 系統の過渡安定度低下

(3) 抵抗接地方式 22KV~154KV 避雷器 責務軽減

(4) 消弧コイル接地方式 運用難 調整必要
系統の送電線路の 欠点) 対地静電容量の不均衡など
対地静電容量と共振コイル の際直列共振 \rightarrow 異常電圧
で中性点を接地 \rightarrow 1線地絡時の地絡電流をゼロ近く
まで小さくできる

< 直流送電 >

利点

欠点

- 送電回路が簡単、経済的
 - 充電電流補償不要
 - 異周波数連携可
 - 絶縁設計経済的
 - 事故波3(ない)
 - 交流系統の短絡容量増大を抑制
 - 電力潮流制御が容易、迅速
 - 過渡安定度向上に役立つ
- 高周波・高調波対策要
 - 変換装置コスト高、回路構成複雑
 - 大容量の無効電力必要
 - 電圧変成不可
 - 交流系統事故時の救援能力乏しい

採用に適する条件：大電力、長距離送電、短絡容量軽減対策、異周波数連携、長距離ケーブル送電

< 架空送電線一般 >

コロナ放電	コロナ損	電力損失 → 送電効率低下
電線太線化	コロナ雑音	雑音電波 → テレコム干渉
多導体方式	誘導障害	高調波 → 中性点接地式の線路で近隣の通信線に障害
	コロナによる化学作用	電線腐食

架空送電線の振動

微風振動	カルマン渦	アマルト取付、ダンパ取付
ギャロッピング	非対称着雪 → 水平風揚力	送電ルト、送電スベサ、短経間長
スリットジャック	着雪一斉脱落の反動	送電ルト選定、たぶみ減、短経間長、オフセット
着氷雪障害	支柱的電線の強化、難着雪電線、融雪送電、送電ルト	オフセット、相間スベサ

< 地中送電線一般 >

ケーブルの許容電流 (I),

電流増大手法

$$I^2 R = \frac{T_1 - T_2 - T_d}{R}$$

ケーブル心数 } 許容電流
 交流導体実効抵抗 } 温度上昇
 ↓ 太線 } 全熱抵抗 ↓
 Rの物質充填

許容電流 冷却
 誘電体損
 温度上昇
 低損失ケーブル

⇒

隧道内布設 地中送電線路の防災対策 (OPケーブル除く)

延焼防止: 延焼防止塗料, テーポ

ケーブル難燃化: 難燃ケーブル, 低ハロゲンケーブル

防災トラフ収納

火災早期検出, 初期対応: スモリレクレー

隔離板, 壁

過欠防止

< 絶縁劣化の原因 >

- 電氣的劣化 混入不純物, 異物, 絶縁体中ホコリ → 電界集中, 絶縁ハライ
- 化学的劣化 化学成分 → 絶縁体透過 → 導体材料と反応 → トリーク進展
- 温度による劣化 高温水, 蒸気など
- 吸水 ⇄ 誘電正接や絶縁抵抗増加
- 機械的劣化 布設時の無理な曲げなど

< 絶縁劣化の診断技術 >

- 絶縁抵抗測定 メガー → 電流値 → 絶縁抵抗値
- 直流高圧法 各心線 ↔ 大地間に高圧DC → 電流値
→ 成極比, 弱点比
相間不平等率

- 部分放電測定 ケーブルのボルト, クラック → 高電圧印加で
部分放電 → ΔV の大きさ, 頻度等 分析
- 誘電正接測定 商用周波数にて $\tan \delta$ の 温度, 電圧測定